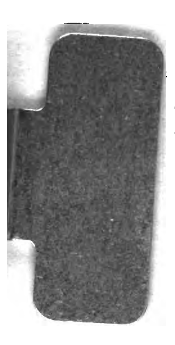
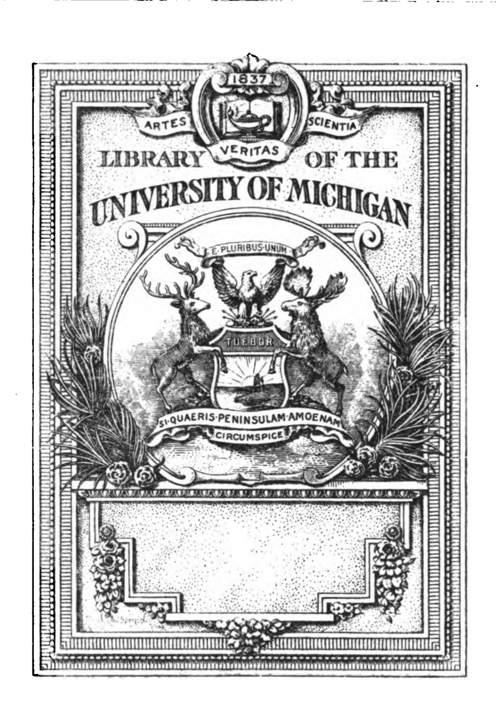
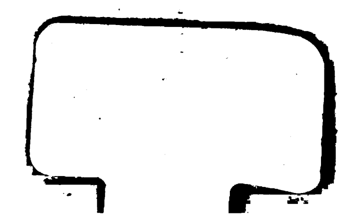



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXVIII.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-HUITIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16
près la rue des Mathurins.

1828.

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

SUR *les Piles secondaires de* Ritter.

(MÉMOIRE lu, à la séance du 16 mars 1826 de l'Athénée de Venise, par le docteur S. MARIANINI, professeur de physique et de mathématiques au Lycée de Venise.)

(Traduit de l'italien.)

LES physiciens applaudirent à l'invention des piles secondaires dues au célèbre Ritter, et ce fut à juste titre puisque cette invention fait connaître une nouvelle propriété des appareils électro-moteurs voltaïques. Cette propriété consiste en ce que ces appareils communiquent leur action à une colonne formée de plusieurs disques de cuivre ou d'un autre métal, séparés par un nombre égal de disques en papier mouillé, et cela quand on tient seulement pendant quelques minutes l'un des pôles de l'appareil en communication avec une extremité de la colonne, et l'autre pôle en communication avec l'extrémité opposée. Le physicien de Jena ne laissa pas ce phénomène singulier sans une explication ingénieuse. La difficulté, dit-il, que les alternatives de conducteurs humides et métalliques opposent à la circulation de l'électricité, fait

qu'une portion de cette électricité y est retenue; c'est pourquoi la pile secondaire se charge aux dépens de l'électricité mise en circulation par l'appareil électromoteur. Cette explication fut généralement approuvée, bien qu'elle fût hypothétique; car on n'avait alors d'autre preuve du ralentissement produit dans le courant voltaïque par les alternatives des disques métalliques et humides que le fait même que l'on voulait expliquer au moyen de ce ralentissement.

C'est peut-être par cette raison que Volta rejeta cette explication, et qu'il en proposa une autre appuyée sur deux faits incontestables, la faculté qu'a l'électricité de décomposer les sels, et la propriété qu'ont les alcalis de mettre en mouvement l'électricité quand ils sont en contact avec les acides. Le célèbre physicien pensa donc qu'on devait rattacher la cause du phénomène de Ritter à la décomposition du sel tenu en dissolution dans le liquide qui mouillait les disques de carton interposés entre les disques métalliques, l'acide se transportant alors vers le pôle positif et l'alcali vers le pôle négatif; il admit qu'il se formait ainsi dans chacun des disques de carton un couple de deux électro-moteurs de seconde classe, et que ces couples, étant séparés les uns des autres par des disques métalliques, produisaient ainsi une de ces piles qu'il nomma *de seconde espèce*. Il dit pourtant que la pile de Ritter n'était pas une pile qui se charge, mais une pile dont les élémens changent (1).

---

(1) Voyez les *Annales de Chimie et d'Histoire naturelle* de Brugnatelli, t. XXII, p. 16 et suiv., et aussi le Mémoire sur les conducteurs uni-polaire et bi-polaire des professeurs

Aujourd'hui cependant le fait par lequel Ritter expliquait ses piles secondaires n'est plus hypothétique. Les expériences que j'ai faites, et dont j'ai eu l'honneur d'entretenir, il y a trois ans, cette savante Assemblée, montrèrent d'une manière indubitable que le courant électrique est ralenti toutes les fois qu'il doit traverser une série plus ou moins grande de conducteurs alternativement humides et métalliques (1), et depuis lors

---

Brugnatelli et Configliachi, même journal, année 1818, page 349.

(1) Voyez les *Annales de Chimie et d'Histoire naturelle* de Brugnatelli, tome VIII, page 10. Pour ceux qui ne connaissent le Mémoire cité que par l'extrait inséré dans le *Bulletin des Sciences mathématiques, physiques et chimiques*, p. 23, juillet 1825, il ne sera pas superflu de remarquer que le rédacteur de cet article, sans doute à cause des bornes très-resserrées qui lui étaient imposées, a laissé échapper quelques assertions équivoques. Il dit, par exemple : « M. Marianini a trouvé que l'action des électro-« moteurs sur l'aiguille aimantée dépend uniquement de l'éten-« due de la plaque de cuivre, et non de celle de zinc. » Mais la proposition qui se déduit de mes expériences est celle que voici : si dans un couple cuivre et zinc, la partie plongée du zinc reste toujours la même et que la partie plongée du cuivre augmente, les effets sur l'aiguille aimantée augmentent en même temps et incomparablement plus qu'ils ne le font lorsque la surface baignée de la plaque de cuivre restant constante, on rend de plus en plus grande la partie baignée de la plaque de zinc. — « ... Enfin qu'une pile formée d'un « nombre quelconque de paires n'avait sur l'aiguille ai-« mantée qu'une action égale à celle que produit la plus

j'aurais sans doute examiné qu'elle pouvait être l'influence de ce ralentissement sur la production des phénomènes qu'offrent les piles secondaires, si d'autres occupations ne m'en avaient point empêché. Je n'eus pourtant pas à me repentir de ce retard, puisqu'en étudiant les causes qui peuvent altérer le pou-

---

« grande des paires qui la composent lorsqu'elle agit seule. » Je ne sais quel passage de mon Mémoire peut avoir donné matière à une telle opinion, si ce n'est peut-être une des deux propositions suivantes qui pourtant ont un sens tout différent. L'électro-moteur composé ne produit qu'une déviation à peine égale à celle que produit un seul de ses élémens quand tous ont une égale énergie : il produit un effet égal à la moyenne des effets de chacun de ses élémens quand ils ne possèdent pas tous le même degré d'action. Quand on superpose à un couple électro-moteur d'une surface donnée un autre couple de surface différente, l'effet sur l'aiguille est encore une moyenne entre les effets que produisent séparément chacun des couples. Il semble en outre que le rédacteur ait dû lire mon Mémoire avec la plus grande rapidité, puisque, s'il avait pu le faire avec moins de précipitation, il n'aurait pas omis de faire mention des expériences par lesquelles j'ai démontré que les alternatives de conducteurs humides et métalliques ralentissent le courant, ou il se serait au moins rappelé cette démonstration quand il a rendu compte, dans le Cahier de septembre, même année, p. 174, des belles expériences de M. de La Rive faites en grand et avec cette sagacité qui caractérise l'illustre professeur de Genève; expériences, du reste, tout-à-fait analogues à celles que j'avais faites en petit, et par lesquelles j'avais déjà démontré la proposition de Ritter.

voir électro-moteur rélatif des conducteurs de première classe, je reconnus un troisième fait qui pouvait aussi servir à l'explication des piles secondaires ; c'est que le passage de l'électricité est une cause d'altération dans le pouvoir électro-moteur des métaux. (Voyez l'*Essai d'expériences électro-métriques*, art. II, sect. II.)

Voila donc trois faits bien certains, et qui peuvent chacun avoir de l'influence sur la production des piles de Ritter, et servir ainsi à leur explication ; mais il ne suffit pas que les faits qui peuvent tendre à l'explication d'un phénomène soient bien démontrés pour que l'on puisse assurer que les conséquences tirées de ces mêmes faits sont légitimes ; il faut aussi prouver, autant qu'il est possible, que dans ces faits réside la véritable cause du phénomène que l'on veut expliquer. J'ai dirigé mes recherches dans ce but, et j'ai fait une longue série d'expériences pour déterminer quel était celui des trois phénomènes mentionnés auquel on devait attribuer les effets de l'appareil de Ritter. L'exposition des principaux résultats que j'ai obtenus, divisée en trois parties, formera le sujet de ce Mémoire.

Je suis bien loin d'avoir complètement analysé tout ce qui a rapport aux piles secondaires. Cette vaste entreprise est trop au dessus de mes forces ; mais j'espère avoir fait connaître la principale cause de l'action de ces piles, et je m'estimerai trop heureux si ce que j'ai trouvé a pu engager d'autres physiciens à diriger leurs études vers les nombreux phénomènes auxquels donne lieu l'appareil de Ritter ; phénomènes qu'il serait, d'après l'illustre Biot, aussi utile qu'intéressant d'examiner.

PREMIÈRE PARTIE.

Discussions et expériences ayant pour but de découvrir si le retard que l'électricité éprouve en traversant les piles de Ritter, est la cause des phénomènes qui sont relatifs à ces appareils.

1°. Dès que je me fus aperçu que la propriété que Ritter supposait aux alternatives de conducteurs humides et métalliques, de retarder le courant électrique, était incontestable, la première explication que ce physicien avait donnée de ses piles me sembla de beaucoup la plus vraisemblable; cependant je me mis à examiner attentivement la question, et je trouvai qu'il se présentait encore quelques difficultés. Premièrement, si ces piles agissaient uniquement comme de mauvais conducteurs, je ne comprenais pas comment elles se chargeaient d'électricité; puisque, si nous faisons traverser par un courant électrique une couche d'eau d'une étendue telle qu'elle présente un conducteur aussi imparfait que l'est une pile de Ritter, certainement l'électricité ne s'y sera pas accumulée. Cependant on observe que dans ce cas il y a aux deux pôles de l'électro-moteur un résidu de tension électrique capable de charger une surface isolante armée, justement de même que cela arrive quand les deux pôles de l'appareil voltaïque sont mis en communication avec une pile secondaire. Ceci montre qu'une partie de l'électricité est transmise, tandis que l'autre est arrêtée; mais il n'en résulte pas que l'électricité doive s'accumuler dans les piles de Ritter. En second lieu, il m'était aussi difficile de comprendre com-

ment l'électricité retenue dans la pile secondaire, pouvait y acquérir la propriété de tendre à se mouvoir dans la direction opposée à la direction suivant laquelle se mouvait le courant qui, produit par la première pile, avait traversé la pile secondaire; néanmoins c'est ce qui arrive dans cette dernière pile, puisqu'à celle de ses extrémités qui a été en communication avec le pôle positif de l'électro-moteur, la tension électrique se trouve positive, et qu'à l'autre extrémité la tension est négative. En outre, si elle se charge à cause de la difficulté que les alternatives de conducteurs humides et métalliques opposent au passage de l'électricité, pourquoi trouve-t-on aux deux extrémités les électricités contraires? Un conducteur isolé qui, communiquant avec le conducteur d'une machine électrique, se charge justement parce que l'isolement rend la transmission de l'électricité difficile, présente dans chacun de ses points la même espèce d'électricité. Voudra-t-on comparer les alternatives des piles de Ritter à une série de corps isolans armés dans laquelle chaque armure communique à l'une des armures du corps qui suit immédiatement, comme dans les batteries inventées par le célèbre Tiberius Cavallo? Mais la comparaison ne peut subsister, 1°. parce qu'alors même qu'on voudrait admettre qu'attendu la faible tension de la première pile, les cartons ou les morceaux de drap mouillé tiennent lieu de corps isolans, il ne peut pas y avoir une accumulation d'électricité capable de produire la charge à cause de la grande distance à laquelle se trouvent les plaques; d'autant plus que si l'on rend cette distance double ou triple, en mettant non pas un mais deux ou trois dis-

ques de drap mouillé entre les plaques, la pile secondaire se charge, dans ce cas, à peu près au même degré, toutes choses égales d'ailleurs. 2°. On ne peut encore soutenir la comparaison entre les batteries que nous avons citées plus haut et les piles secondaires, parce que si dans celles-ci, après qu'elles sont chargées, on retire quelques alternatives ou quelques couples, la tension diminue en proportion du nombre des couples enlevés. 3°. Parce qu'en changeant de place les élémens de la pile secondaire lorsqu'elle est chargée, en mettant, par exemple, les premiers couples à la place des derniers et ceux-ci à celle des premiers, la tension de la pile est toujours la même. Je me suis assuré de ce fait par les expériences que je vais décrire.

Douze disques de drap mouillés dans de l'eau légèrement salée, furent mis chacun entre deux paires de disques de cuivre, et tous ces couples superposés formèrent une colonne de Ritter de douze alternatives (1). L'extrémité supérieure de cette colonne fut mise en communication avec le pôle positif, et l'extrémité inférieure avec le pôle négatif d'un appareil à couronne de tasse de cinquante couples de cuivre et de zinc, dont le conducteur humide était aussi de l'eau salée. La communication ayant été interrompue après cinq minutes, on mesura la tension

(1) On remarquera que, pour pouvoir diviser plus facilement en parties la colonne de Ritter, j'ai mis deux disques de métal sur chaque morceau de drap mouillé, ce qui est la même chose que de n'en mettre qu'un seul, si on a le soin que les surfaces métalliques qui se touchent soient bien polies.

électrique acquise par la pile de Ritter, et on la trouva de 4° à l'électro-moteur à pailles légères de Volta rendu plus sensible par un condensateur qui augmentait environ trente fois la tension (1). Lorsque la tension électrique fut détruite dans la pile secondaire, et que cette pile eut été remise en communication avec l'appareil à couronnes pendant cinq minutes, comme dans la précédente expérience, je pris les six couples supérieurs que je mis à la place des inférieurs, et je posai ceux-ci à la place des premiers ; je mesurai alors la tension, et je la trouvai aussi de 4°. J'ai répété plusieurs fois cette expérience en variant d'une autre manière l'ordre des élémens de la pile secondaire après qu'elle avait été chargée, et j'ai toujours trouvé la même tension à ses extrémités.

Pour ne pas être trop long, je ne parlerai pas de quelques autres difficultés que je trouvai à admettre l'explication généralement reçue des effets des piles secondaires ; je passe donc à la description des expériences au moyen desquelles j'ai directement examiné les raisons que l'on allègue en faveur de cette explication.

2°. L'un de ces argumens c'est que la lenteur avec laquelle se meut l'électricité de l'appareil voltaïque, la faible et presque imperceptible tension qu'elle manifeste à ses pôles, est une condition nécessaire à la réussite des phénomènes de Ritter. En effet, une électricité plus forte, comme le serait celle des machines électriques ordinaires, ne s'accumule pas dans la pile secondaire, parce qu'elle la traverse librement. Mais

(1) Toutes les indications électro-métriques sont prises à l'aide des deux instrumens indiqués.

combien d'autres phénomènes avons-nous qui se produisent facilement avec l'appareil voltaïque, que l'on n'obtient pas, ou que l'on n'obtient qu'avec beaucoup de difficulté au moyen des machines électriques? et ce n'est pas parce que l'électricité de ces machines est trop forte, mais parce que le transport de cette même électricité n'est ni continu, ni aussi abondant que dans les piles voltaïques. Si on se borne, comme on doit le faire, à comparer les phénomènes produits par les différens appareils électro-moteurs, on voit qu'une augmentation dans la tension de ces appareils est une circonstance qui favorise la formation des piles secondaires. Les expériences que je vais décrire en sont une preuve.

Une pile secondaire de six élémens fut soumise au courant électrique d'une pile voltaïque de dix couples, et en six minutes elle n'acquit qu'un demi-degré de tension électrique. La même pile secondaire, ayant été mise, pendant une durée égale de temps, en communication avec les pôles d'un appareil voltaïque de vingt couples, la tension acquise fut d'un degré et demi; avec un appareil de 30 couples, elle acquit une tension de 2° environ, et avec un électro-moteur voltaïque de 50 couples, la tension obtenue fut de 30°.

De semblables expériences furent répétées avec des piles secondaires à disques d'argent, d'or et de laiton, et en variant aussi le nombre des alternatives et la quantité du liquide interposé entre les disques métalliques. Les effets obtenus furent analogues à ceux que je viens d'indiquer.

3°. Une autre épreuve que la rapidité du courant voltaïque est plus avantageuse que nuisible pour rendre

la pile de Ritter active, c'est que quand le liquide de l'électro-moteur est plus conducteur, il faut un temps moins long pour que la pile acquière une tension donnée.

Je préparai trois électro-moteurs à couronne de tasses, chacun de vingt-quatre couples de cuivre et de zinc. Dans l'un de ces appareils je mis pour conducteur liquide de l'eau distillée; dans un autre de l'eau de puits qui renfermait la centième partie de son poids d'hydro-chlorate de soude, et dans le troisième de l'eau de puits mêlée avec $\frac{1}{500}$ d'acide sulfurique. Une colonne de cinq alternatives (cuivre et eau salée), soumise au courant électrique produit par ce dernier appareil, acquit dans une demi-minute la tension de deux degrés; mais une autre colonne semblable, tenue pendant un temps égal en communication avec les pôles de l'appareil à eau salée, n'atteignit pas même la tension d'un degré; il fallut prolonger la communication pendant quatre minutes pour que cette pile reçût une tension de deux degrés. Enfin avec l'électro-moteur à eau distillée, on n'obtint, en quatre minutes, qu'une tension à peine sensible dans une colonne de Ritter semblable aux deux dont nous venons de parler; et en la soumettant pendant plus long-temps à l'action de l'électro-moteur, on ne put pas porter la tension jusqu'à un degré.

Je répétai un grand nombre de fois cette expérience en faisant varier dans ces piles le nombre des alternatives et en changeant le conducteur humide, et les résultats furent toujours semblables aux précédens.

4°. Si c'est la lenteur avec laquelle les alternatives des piles de Ritter sont parcourues par l'électricité, qui

permet à cette électricité de se distribuer et de se fixer dans ces piles, il semble qu'en rendant ces alternatives moins conductrices qu'elles ne le sont, on devrait, toutes choses égales d'ailleurs, augmenter l'effet que produit sur elles la pile voltaïque; mais le fait montre le contraire.

Huit lames de cuivre longues de 11 centimètres et larges de 4 ou 5, courbées convenablement, furent introduites chacune dans un verre contenant de l'eau de puits, et arrangées de manière à ce que chacune de ces lames eût une de ses extrémités dans un verre et l'autre dans le verre suivant. La couche fluide qui séparait les lames placées dans le même récipient avait un centimètre d'épaisseur. Cet appareil de Ritter à couronne de tasses, soumis au courant électrique d'un électro-moteur voltaïque de cinquante couples, acquit en cinq minutes la tension électrique de quatre degrés. Les mêmes lames de cuivre furent disposées dans des verres plus grands, contenant également de l'eau de puits. La couche fluide qui séparait chaque lame était cette fois de cinq centimètres d'épaisseur; ces huit alternatives soumises au courant électrique du même appareil voltaïque, n'acquirent qu'une tension de 2°; la couche liquide qui séparait les lames ayant été portée jusqu'à 14 centimètres d'épaisseur, l'effet obtenu fut à peine sensible.

On obtint des résultats analogues en substituant à l'eau de puits de l'eau plus ou moins salée.

Il faut remarquer aussi que toutes les fois que les liquides mis en usage dans deux appareils de Ritter, ont par leur nature et non par la quantité employée,

un pouvoir conducteur différent, les tensions que ces appareils manifestent dans des circonstances semblables, sont moindres dans celui où le liquide est plus conducteur, ce qui semblerait favoriser l'explication de Ritter; mais cet effet dépend de la rapidité avec laquelle la tension des piles secondaires se détruit d'elle-même; rapidité qui est d'autant plus grande que le liquide qui divise les plaques est plus conducteur; car alors on n'a pas le temps de mesurer la tension au moyen du condensateur, comme on le verra ci-après.

5°. On regarde comme un argument très-favorable à l'opinion de Ritter, qu'une pile secondaire ne se charge pas quand les couches liquides ne sont pas séparées par des couches métalliques. Cet ingénieux physicien observa que si, sur 32 disques de cuivre disposés en colonne, on place 32 disques de carton mouillé, et sur ceux-ci encore une troisième colonne de 32 autres disques de cuivre, cet appareil, au moyen de l'électromoteur voltaïque, ou ne se charge pas, ou ne se charge que d'une manière à peine sensible. Mais si cela dépendait, comme on le croit, de ce que le passage de l'électricité à travers la colonne est, alors, trop rapide, en diminuant la tension de la première pile ou en employant dans la construction un conducteur plus imparfait, la colonne devrait se charger davantage : le fait montre pourtant le contraire. La pile voltaïque convertit les colonnes composées d'un liquide et d'un métal en véritables électro-moteurs. Ainsi, si nous avons une seule alternative, elle ne pourra devenir qu'un électro-moteur élémentaire, de sorte que sa tension sera si petite, que souvent on ne pourra pas la reconnaître avec le secours

des instrumens ordinairement employés. Remarquons pourtant que dans le cas même où la pile secondaire qui communique avec les pôles d'un électro-moteur n'offre qu'une seule alternative, elle ne manque jamais de prendre une certaine tension électrique. Si je n'ai pu obtenir la mesure de cette tension avec l'électromètre, parce que le conducteur dont il était pourvu était trop faible, j'en eus toujours des indices certains à l'électroscope d'Œrsted; mais voici quelques expériences qui éclaireront ce point.

Un appareil à couronne de tasses de cinquante couples fut interrompu en cinq endroits à égale distance l'un de l'autre, et on rétablit la communication par autant d'élémens des piles de Ritter, c'est-à-dire qu'à chaque interruption on mit un disque de carton entre deux disques de cuivre, dont l'un communiquait avec le liquide de la tasse contenant une plaque de zinc, et l'autre avec celui dans lequel était plongée une plaque de cuivre de l'électro-moteur de Volta. Après cinq minutes, on disposa ces cinq couples de Ritter en colonne, et la tension que cette colonne présenta fut de 3°; après que cette tension fut détruite, la même colonne, mise en communication avec les pôles de l'appareil de cinquante couples, acquit aussi en cinq minutes une tension de 3°.

Ayant préparé cinq électro-moteurs voltaïques de dix couples, je mis en communication les pôles de chacun de ces appareils avec un élément de Ritter; après six minutes, je posai ces élémens l'un sur l'autre; la tension de la colonne qu'ils formaient ayant été mesurée, je la trouvai d'un degré au moins.

6°. Une colonne de douze alternatives de cuivre et

d'eau salée, soumise pendant cinq minutes à l'action d'un électro-moteur de cinquante couples, acquit une tension de six degrés. Après que cette tension fut détruite, et que la colonne eut été pendant un temps égal soumise de nouveau à l'électro-moteur, j'examinai l'état électrique de quatre de ces élémens posés l'un sur l'autre, et je trouvai une tension de deux degrés. J'ai constamment vu dans d'autres expériences que la tension électrique d'une fraction donnée de pile secondaire était proportionnelle au nombre des élémens ou couples dont elle était composée, relativement à la tension acquise par la colonne entière, précisément comme on l'observe dans les piles de Volta; et j'ai aussi observé qu'une colonne de Ritter produit sur l'aiguille aimantée une déclinaison égale à celle que donne un quelconque de ses élémens, justement comme cela arrive dans les piles voltaïques (Ouvrage cité, article 1, section 1)*(1).

7°. Une pile secondaire de six alternatives fut tenue pendant sept minutes en communication avec les pôles d'un électro-moteur de vingt-cinq couples, et en même temps une autre pile secondaire aussi de six élémens fut soumise à l'action d'un second appareil voltaique composé, comme le premier, de vingt-cinq couples. L'une de ces piles ayant été posée sur l'autre, la tension que manifesta la colonne que ces deux piles réunies formèrent fut de huit degrés. Lorsque la tension fut détruite, cette colonne de douze alternatives qui fut chargée pendant sept minutes par l'appareil voltaïque de

(1) Voyez aussi l'extrait détaillé que nous avons donné dans ces Annales de l'ouvrage de M. Marianini.

vingt-cinq couples, n'acquit qu'une tension de six degrés environ.

Pour abréger, je supprimerai beaucoup d'autres expériences faites sur ce sujet, persuadé que celles que j'ai déjà décrites suffisent pour démontrer que bien qu'il soit vrai que les alternatives de conducteurs humides et métalliques ralentissent le courant électrique (que cet effet soit d'ailleurs produit par une espèce de réfraction électrique ou par quelqu'autre cause que ce soit) (1),

---

(1) Dans l'ouvrage par lequel Ritter fit connaître son invention des piles secondaires, ouvrage que je n'ai pu lire que depuis fort peu de temps, j'ai trouvé qu'il comparait aussi l'effet des alternatives humides et métalliques par rapport à l'électricité, à l'effet des alternatives des corps doués d'inégales forces réfringentes par rapport à la lumière. Quel que soit le mérite de cette comparaison, j'ai dû rappeler qu'il l'avait faite long-temps avant moi. Voici ses expressions : « La loi prouvée par cette expérience s'accorde parfaitement avec d'autres lois bien connues de la nature; la « lumière, par exemple, est beaucoup mieux conduite par « un corps transparent et continu que par le même corps « divisé en lamelles ou réduit en poudre. » (*Journ. de Phys. et d'Hist. nat.*, t. LVII, p. 350.) D'autres physiciens, au contraire, pensent que ce phénomène est produit par l'imperfection du contact des couches humides avec les disques métalliques, qui laisse des couches d'air très-minces entre ces disques. J'eus l'occasion, il y a déjà fort long-temps, d'observer quelques faits qui me semblent très-favorables à cette dernière opinion; mais je n'ai pas encore pu m'occuper de recherches à ce sujet.

néanmoins ce que l'on appelle la charge des piles secondaires ne dépend pas d'un tel ralentissemement.

SECONDE PARTIE.

Expériences faites pour rechercher si les phénomènes des piles secondaires, dépendent des piles de seconde espèce *qui se forment dans l'appareil de Ritter quand il est soumis aux courans électriques.*

8°. Il est incontestable que dans les alternatives de Ritter, qui sont soumises à l'action des électro-moteurs, il se forme des piles que Volta appela de *seconde espèce*, c'est-à-dire des piles composées de deux conducteurs humides hétérogènes et d'un seul métallique. Le fait que le mouvement de l'électricité auquel ces piles peuvent donner lieu a, dans le cas que nous examinons, une direction contraire à celle de l'électricité mue par le premier appareil, est une conséquence qui se déduit immédiatement des premières découvertes de Volta sur les changemens de l'état électrique que produisent les acides et les alcalis par leur contact avec les métaux ou entre eux. Il ne reste donc plus qu'à examiner, à l'aide des expériences, si ces piles de *seconde espèce* donnent naissance aux phénomènes de Ritter.

Une colonne de six disques de cuivre séparés par autant de morceaux de drap mouillés dans de l'eau salée, fut, pendant cinq minutes, soumise à l'action d'un appareil à couronne de tasses de quarante couples. La tension acquise par l'électricité communiquant avec le pôle positif était de +4° à l'électromètre muni du condensateur ordinaire. Après que cette tension fut détruite, je sou-

mis de nouveau, pendant le même nombre de minutes, la colonne à l'appareil voltaïque ; ensuite je retournai tous les morceaux de drap mouillé interposés entre les plaques. Après cette opération, j'observai la tension électrique; je la trouvai de 3° et positive comme dans le premier cas : cette diminution de tension semblerait indiquer que la pile de *seconde espèce* qui se forme entre les plaques de cuivre, influe sur la tension de la colonne de Ritter. Mais cette colonne ayant été chargée de nouveau en la tenant, encore pendant cinq minutes, en communication avec les pôles de l'électro-moteur, on lui appliqua le condensateur après qu'un temps égal à celui qu'on avait employé à retourner les morceaux de drap se fut écoulé, et l'on trouva que la tension était aussi de 3° environ : ce qui montre que ce n'est pas au retournement des morceaux de drap, mais au temps employé dans cette opération, que l'on doit attribuer l'affaiblissement de la pile de Ritter.

J'ai varié cette expérience en mettant entre les plaques deux, trois et quatre morceaux de drap mouillé au lieu d'un seul, et en intervertissant ensuite leur ordre après que la colonne avait été soumise à l'action voltaïque : les résultats ont toujours montré que si l'hétérogénéité produite dans les morceaux de drap donnait lieu à un courant électrique, on ne pouvait pourtant pas l'apprécier à l'aide de mes instrumens.

Pour m'en assurer encore mieux, je préparai une colonne de Ritter de six couples de cuivre et d'eau salée, et après l'avoir soumise pendant cinq minutes au courant électrique de l'appareil à couronne de tasses de quarante couples, je retirai les morceaux de drap mouillé, et je

les interposai entre d'autres plaques de cuivre parfaitement homogènes ; mais la colonne ainsi formée ne donna aucun indice de tension ni à l'électromètre, ni à l'électroscope d'OErsted. Ayant, au contraire, enlevé dans une autre expérience les morceaux de drap mouillé de la pile secondaire soumise à l'action voltaïque, et leur ayant substitué d'autres morceaux de drap mouillé, je vis que la tension électrique n'était diminuée qu'en raison du temps que l'on employait à faire ces substitutions.

Pour empêcher que cet effet ne pût être attribué aux couches humides hétérogènes adhérentes aux plaques, je répétai cette dernière expérience en ayant soin de frotter les surfaces des plaques avec des morceaux de drap mouillé, avant de mettre entre elles les nouveaux conducteurs humides ; mais cette modification n'empêcha pas la tension électrique de se montrer aux pôles de la pile secondaire ainsi modifiée.

Enfin, après avoir soumis un appareil semblable de Ritter à l'action de l'électro-moteur, j'ai essuyé toutes les plaques métalliques, et ensuite j'ai mis entre ces plaques des morceaux de drap mouillé autres que ceux qui les divisaient quand elles étaient soumises au courant voltaïque ; quoiqu'un peu moins fortes que dans les cas précédens, les tensions électriques n'ont pas manqué de se manifester aux extrémités de cette colonne.

Toutes les expériences décrites dans ce paragraphe réussissent beaucoup plus facilement quand on fait usage d'une pile secondaire à plaques d'or.

9°. Des expériences analogues à celles que l'on a rapportées dans le paragraphe précédent furent faites aussi

avec l'appareil de Ritter à couronne de tasses déjà décrit au paragraphe 4. Je mis les extrémités de cette couronne en communication avec les pôles d'un électro-moteur de quarante couples; après cinq minutes, l'appareil de Ritter avait acquis une tension électrique de six degrés; lorsque cette tension fut détruite, je chargeai de nouveau l'appareil au même degré, et j'ôtai ensuite les petites bandes de cuivre des verres dans lesquels elles étaient placées; je les adaptai à d'autres verres contenant comme les premiers de l'eau; et observant aussitôt la tension électrique, je la trouvai de quatre degrés (1). Pour que cette expérience présente les résultats que je viens de décrire, non-seulement il est nécessaire d'y employer le moins de temps possible, mais il faut encore avoir soin que les bandes de cuivre ne soient pas plongées dans le liquide des seconds verres plus qu'elles ne l'étaient dans les premiers; autrement, en peu d'instans, la tension électrique disparaît entièrement ou presque entièrement. On en trouvera la raison au § 12.

On obtient à peu près le même résultat que dans la précédente expérience, en plongeant dans de l'eau distillée les plaques des premiers verres avant de les placer dans les autres, comme aussi en essuyant ces mêmes plaques avant la seconde opération.

Beaucoup d'autres expériences semblables à celles que l'on a déjà décrites furent faites sur des piles secondaires à plaques d'or, d'argent, de laiton, de fer et de plomb:

---

(1) Dès 1803, le professeur OErsted avait fait une expérience analogue à celle-là. (*Journ. de Phys.*, *etc.*, t. LVII, p. 367.)

les résultats qu'elles donnèrent se trouvèrent analogues aux résultats obtenus par les expériences faites avec les piles secondaires à plaques de cuivre. Tout ceci me semble démontrer que les courans électriques mis en mouvement dans des conducteurs humides rendus hétérogènes par l'action voltaïque, sont si faibles qu'ils n'influent pas d'une manière appréciable sur la production des phénomènes des piles de Ritter.

TROISIÈME PARTIE.

Expériences entreprises dans le but de démontrer que les phénomènes des piles secondaires dépendent des altérations que l'électricité produit dans le pouvoir électro-moteur relatif des métaux.

10. Dès l'année 1801, le physicien Gautherot a remarqué que, lorsqu'il tenait dans la bouche les bouts de deux fils de platine et d'argent, dont les autres extrémités communiquaient avec les deux pôles d'un électro-moteur à couronne, si on mettait ces mêmes extrémités en contact après les avoir retirées des tasses, il sentait une saveur, légère à la vérité, mais semblable à celle qu'il éprouvait quand l'électricité de l'appareil circulait dans ces fils. Il parvint même à décomposer l'eau au moyen des fils soumis préalablement au courant voltaïque (1). Le physicien Œrsted remarqua, peu de temps après l'invention des piles secondaires, que les fils de platine qui avaient servi en même temps que les conducteurs humides à former le circuit dans une

(1) *Histoire du Galvanisme*, par Sue, part. II, pag. 209.

pile voltaïque, acquéraient la propriété de faire éprouver des contractions aux grenouilles préparées (1). Ritter vit également, en 1805, un louis d'or qui avait été placé dans le circuit voltaïque entre deux morceaux de drap mouillé, acquérir la même propriété et la conserver pendant quelques minutes, même après qu'on l'eut essuyé (2).

Tous ces phénomènes furent généralement attribués, comme ceux des piles secondaires, aux charges d'électricité que recevaient les métaux placés dans le circuit voltaïque. Je crois que Brugnatelli fut le seul, qui, en répétant et en variant de beaucoup de manières cette dernière expérience de Ritter, démontra que l'or placé au pôle négatif d'un appareil voltaïque se convertissait à la superficie en or phlogistiqué (hydrogéné)*, qui avait la propriété d'acquérir l'électricité positive par le contact de l'or déphlogistiqué (3).

Les expériences que je fis dans l'année 1824, et que je soumis à votre jugement l'an dernier, savans Académiciens, me montrèrent que les pouvoirs électro-moteurs relatifs de tous les conducteurs de première classe, sont altérés chaque fois que ces conducteurs se trouvant en contact avec un conducteur humide, sont traversés par l'électricité. Pour que cette altération ait lieu, il n'est pas nécessaire que le courant soit mis en mouvement par un appareil composé; cela arrive également quand un

(1) *Journal de Physique, etc.*, t. LVII, pag. 472.

(2) *Annales de Chimie de Pavie*, t. XXII, pag. 77.

(3) *Annales de Chimie*, t. XXII, pag. 282.

conducteur solide forme un seul couple voltaïque. A ce sujet, j'ai vu que si un tel conducteur est employé comme plaque électro-positive (dans ce cas l'électricité va du conducteur au liquide), son pouvoir électro-moteur s'altère en plus, et si on l'emploie comme électro-négatif (et dans ce cas l'électricité va du fluide au conducteur solide), son pouvoir électrique s'altère en moins (ouvrage cité, art. 11, se. 11). Comme de ce fait dérive non-seulement l'explication des phénomènes que je viens de rappeler, mais encore celle des phénomènes que présentent les piles secondaires, et que les expériences qui le démontrent sont encore peu connues; j'ai cru que je pouvais, sans être trop long, rapporter ici une des expériences relatives à ce sujet.

11. On choisit trois bandes d'argent homogènes entre elles relativement aux actions voltaïques, c'est-à-dire, qu'il faut que deux quelconque de ces bandes se touchant immédiatement dans une de leurs parties, plongées d'autre part dans un liquide conducteur, n'excitent pas le moindre courant électrique. On met une extrémité de l'une de ces bandes en contact avec une plaque de carbure de fer, et l'on plonge la partie de ces deux corps où ils ne sont pas en contact, dans un liquide conducteur tel que de l'eau salée, par exemple. Après quelques minutes, on enlève la plaque d'argent, et on l'accouple au moyen du fil conjonctif de Œrsted à l'une des plaques d'argent homogène, et plongées ainsi toutes deux dans le liquide conducteur, la déclinaison de l'aguille aimantée montre que la plaque qui a été accouplée au carbure de fer, envoie l'électricité dans l'autre. On prend alors la troisième plaque d'argent et une plaque de

zinc, on plonge une partie de ces deux plaques dans un conducteur humide, et l'on met en contact la partie qui n'est pas plongée dans le liquide. Après les avoir laissées ainsi pendant quelques minutes, on accouple, au moyen du fil de OErsted, cette même plaque d'argent avec celle de même nature qui a été conservée dans son état naturel; si ce couple ainsi formé est mis en contact avec un liquide conducteur, le mouvement de l'aiguille aimantée indique que l'argent naturel envoie l'électricité dans celui qui a été accouplé au zinc.

Mais pour que le pouvoir électro-moteur des conducteurs de première classe soit altéré, il n'est pas nécessaire qu'ils fassent le double office d'exciter et de transmettre l'électricité comme dans l'expérience que je viens de rapporter. Il suffit qu'ils soient traversés par l'électricité au moment où ils se trouvent en contact avec un liquide conducteur, et de manière à ce que l'électricité doive passer du liquide dans le conducteur solide ou réciproquement. Je me suis assuré de la cause de ce fait par l'expérience très-simple que je vais indiquer.

Deux plaques oblongues en argent, homogènes sous le rapport de l'action voltaïque, furent placées chacune séparément dans deux verres contenant de l'eau légèrement salée, et mises en contact par les extrémités qui s'élevaient au dessus du liquide. Dans l'un des verres on trempa pendant un certain temps une plaque de zinc de manière à ce qu'elle ne touchât pas la plaque d'argent qui y était placée; et dans l'autre on plongea de la même manière une plaque de carbure de fer, en ayant soin que cette plaque ne touchât pas non plus celle d'ar-

gent placée dans le même vase. Les choses ainsi préparées, on fit communiquer le carbure de fer avec le zinc au moyen d'un fil excitateur, et l'on maintint cette communication pendant une minute. Après quoi, les plaques d'argent furent ôtées du liquide, et on les essuya séparément, en les accouplant l'une après l'autre à une troisième plaque d'argent qui leur était homogène avant qu'elles n'eussent été soumises au courant électrique. Les déviations produites par ces deux couples sur l'aiguille aimantée montrèrent que l'argent qui avait été immergé avec le zinc, c'est-à-dire celui dans lequel était entré l'électricité répandue dans le fluide par le zinc, et sur lequel en conséquence l'hydrogène tendait à se développer, avait perdu de son pouvoir électro-moteur relatif; au lieu que l'argent qui avait été dans la tasse où se trouvait la plaque de carbure de fer, c'est-à-dire celui dont l'électricité sortait pour se répandre dans le liquide, et auquel par cette raison l'oxigène tendait à s'attacher, avait gagné un pouvoir électro-moteur plus grand que celui qu'il possédait naturellement.

Les électro-moteurs de première classe, quand ils sont traversés par l'électricité, soit qu'elle leur arrive d'un conducteur liquide, ou qu'eux-mêmes la répandent dans un tel conducteur, sont donc altérés, ainsi qu'on vient de le dire, dans leur pouvoir électro-moteur relatif, ou changent de place dans ce que Volta a appelé l'échelle des électro-moteurs. Ce fait une fois établi, l'explication des phénomènes des piles secondaires ne présente plus aucune difficulté.

En effet, si nous élevons une colonne formée de disques métalliques séparés par autant de disques de drap

mouillé, et que nous mettions l'extrémité inférieure de cette colonne en communication avec le pôle négatif de la pile voltaïque, et l'extrémité supérieure avec le pôle positif, il est clair que la force électro-motrice relative augmentera dans toutes les surfaces en contact avec le fluide et qui seront tournées vers le bas, tandis que le même pouvoir électro-moteur relatif diminuera dans les surfaces métalliques placées d'une manière opposée; d'où il résulte que cette alternative de conducteurs métalliques et humides, incapable par elle-même d'exciter l'électricité, deviendra une véritable pile de première espèce, c'est-à-dire une pile dont les élémens consisteront en deux conducteurs de première classe hétérogènes entre eux quant à leur action voltaïque, et d'un conducteur de seconde classe : le pôle positif de cette pile devra se trouver à la base supérieure (qui communiquait avec le pôle zinc de l'appareil), et le pôle négatif devra être à la base inférieure.

On comprendra facilement à présent, pourquoi le retournement des morceaux de drap mouillé placés entre les disques métalliques de la pile secondaire, n'altère pas sa polarité; pourquoi, en substituant de nouvelles couches, la force de cette pile ne diminue qu'en raison du temps employé pour cette opération; pourquoi enfin, en lavant ou en essuyant les plaques de la pile de Ritter, on ne l'empêche pas, lorsqu'elle est chargée de nouveau, d'exciter le courant électrique.

12. La destruction rapide de toute tension électrique qui a lieu dans la pile de Ritter, quand on met ses deux extrémités en communication, est un fait qui devait porter à penser qu'il existait en elle une véritable

accumulation d'électricité. Nous avons démontré que les altérations du pouvoir électro-moteur produites dans les conducteurs de première classe par un courant électrique, sont facilement détruites par un courant contraire. (Ouv. cit., § 52 et suiv.) C'est justement de là que vient la prompte destruction de toute l'électricité quand on ferme le circuit de la pile de Ritter pendant quelque temps, puisque l'électricité qui la traverse quand ses pôles communiquent entre eux, se meut justement dans une direction contraire à celle de l'électricité qui la parcourt quand elle communique avec la première pile.

La colonne secondaire perd sa tension, même sans que ses pôles soient mis en communication entre eux. Il ne suffit pas pour empêcher cette perte d'ôter toute communication entre l'appareil et l'air ambiant; puisque, comme Ritter lui-même l'observa, il ne put pas empêcher que dans une pile chargée qu'il recouvrit entièrement d'un mastic isolant, toute espèce de tension électrique ne disparût peu à peu. Nous savons aussi que les altérations du pouvoir électro-moteur relatif produites par le courant électrique, disparaissent quand on tient les surfaces métalliques en contact avec un liquide conducteur; ce qui arrive très-probablement parce que ces altérations n'ont pas lieu exactement de la même manière sur toute la superficie du métal (ouv. cit. § 63 et 66); ce qui peut être occasionné ou par quelque défaut d'homogénéité dans les diverses parties du métal, ou parce que le liquide lui-même n'a pas la même force conductrice dans toutes ses parties; s'il arrive donc que dans les piles chargées, chaque surface mouillée présente des par-

ties hétérogènes relativement à l'état électrique, il en résultera que des courans partiels se formeront entre les différens points de la même plaque, et qu'ils serviront à la remettre dans son état naturel. L'expérience suivante donne une preuve de la rapidité avec laquelle a lieu le rétablissement d'équilibre électrique, quand la surface métallique, en contact avec le liquide, n'est pas entièrement homogène relativement aux propriétés électriques.

Je disposai un appareil de Ritter à couronne de tasses, dans lequel les douze lames de cuivre plongeant dans l'eau salée étaient toutes suspendues à une règle que l'on pouvait abaisser de manière à les enfoncer plus ou moins dans le liquide. Cet appareil fut soumis, pendant quatre minutes, au courant électrique produit par l'appareil voltaïque de 50 couples. On interrompit le circuit, et 15 secondes après, la tension de l'appareil secondaire ayant été observée, on la trouva de deux degrés. Mais l'expérience fut répétée en enfonçant, aussitôt que l'action voltaïque eût cessé, les douze lames dans le liquide de quelques lignes de plus qu'elles ne l'étaient d'abord, et la tension ayant été observée aussi quinze secondes après que l'électro-moteur eut cessé d'agir, elle n'était plus même d'un demi-degré.

Pour expliquer la diminution de force électrique dans les piles secondaires malgré leur parfait isolement, Ritter dut penser qu'elles se déchargent intérieurement. Si par là on veut entendre le retour à l'état naturel des surfaces métalliques mouillées, ce phénomène de décharge intérieure n'aura plus rien de mystérieux.

On pourra aussi expliquer par là pourquoi une pile secondaire peut être rendue d'autant plus facilement ac-

tive que les plaques sont séparées par un meilleur conducteur, et même pourquoi, dans un cas semblable, elle perd plus promptement le pouvoir électro-moteur acquis, comme nous l'avons dit au § 4.

13. Mais si le contact des conducteurs de seconde classe détruit facilement les altérations du pouvoir électro-moteur dont nous parlons, ces altérations se conservent pendant un temps indéfini quand les plaques sont essuyées et garanties de l'humidité. (Ouv. cit., § 64.) La même chose arrive dans les piles secondaires; car si après les avoir soumises au courant voltaïque, on essuie et on conserve soigneusement les plaques, on verra en reconstruisant l'appareil après un temps quelconque, qu'il conserve encore une certaine force.

Plus on examine les phénomènes des piles secondaires, plus on reconnaît qu'ils dépendent du fait auquel nous les avons attribués. Nous savons que tous les électro-moteurs soumis aux courans électriques, ne manifestent pas les mêmes altérations du pouvoir électro-moteur relatif (ouv. cit., § 50 et suiv.); de même les piles secondaires construites avec des métaux différens, acquièrent dans des circonstances semblables des degrés de tension inégaux.

Si l'on compare, par exemple, deux colonnes de Ritter disposées de la même manière, mais dont l'une est à plaques d'or et l'autre à plaques de cuivre, on verra que la première acquiert la plus grande force qu'un appareil donné puisse lui communiquer, dans un temps beaucoup plus court que la seconde, et que cette même pile à plaques d'or conserve aussi pendant beaucoup plus long-temps que l'autre, sa polarité.

Deux piles secondaires de huit alternatives*, l'une à plaques d'or et l'autre à plaques de cuivre, ayant pour conducteurs humides des cartons trempés dans de l'eau distillée, furent soumises pendant une minute à un appareil voltaïque de cinquante couples. La pile à plaques d'or acquit une tension électrique de 4°, et celle à plaques de cuivre ne parvint qu'à 2° environ de tension. Ces deux piles ayant été examinées après cinq minutes, on trouva que celle à plaques d'or avait une tension de 3°, et que la tension de l'autre était de 1°. Après dix minutes, la tension de la première était à très-peu près de 3°, et celle de la seconde, d'un peu moins de 1°; après environ trois quarts d'heure, la première avait encore une tension de 2°, tandis que, dans la seconde, la tension était entièrement détruite.

Les deux piles dont nous venons de parler, ayant reçu, au moyen de l'appareil voltaïque, une tension égale, la pile à plaques de cuivre la perdit en peu de minutes, et après une heure, la pile à plaques d'or conservait encore une tension notable.

Les piles secondaires à plaques d'argent, quoiqu'elles acquièrent par l'action des courans voltaïques une tension de très-peu supérieure à celle que manifestent dans des circonstances pareilles les piles secondaires à plaques de cuivre, perdent néanmoins beaucoup plus lentement que celles-ci la polarité qu'elles ont acquise.

14. Nous savons que le laiton, soumis à un courant électrique qu'il communique au fluide avec lequel il est en contact, peut obtenir un degré de pouvoir électro-moteur capable de le mettre au dessus du cuivre poli dans l'échelle électro-métrique, et que le cuivre, par

un courant contraire, peut passer au dessous du laiton (ouv. cit. § 66 et 67), ce qui montre que si l'on construisait une pile voltaïque à couples de cuivre et de laiton, on pourrait, en la soumettant convenablement à un appareil ordinaire, renverser facilement sa polarité. L'expérience suivante le prouve par le fait.

Avec cinq disques de laiton et autant de cuivre, tous bien polis et brillans, je construisis une pile voltaïque en employant pour conducteurs humides des morceaux de drap mouillés dans de l'eau de puits. Je mis ensuite en communication l'extrémité supérieure de cette pile terminée par le cuivre, c'est-à-dire son pôle négatif, avec le pôle positif d'un appareil à couronne de tasses de quarante couples, séparés avec de l'eau salée, et je fis communiquer l'extrémité inférieure avec le pôle négatif du même appareil; après six minutes, je trouvai la pile de cuivre et laiton douée d'une polarité contraire à celle qu'elle avait naturellement, de manière qu'au pôle de cuivre on voyait une tension positive de 2°, et au pôle de laiton une tension égale mais négative.

15. Le zinc, soit parce qu'il est le dernier des métaux dans l'échelle graduée des électro-moteurs de première classe, soit en même temps parce que son pouvoir électromoteur relatif lorsqu'il a été augmenté s'abaisse facilement par le contact des conducteurs humides, ne donne que des signes très-faibles des altérations de force électromotrice quand il se trouve en contact avec un liquide conducteur (ouv. cit., § 72); d'où il résulte que les piles de Ritter formées de couches humides et de zinc, ne doi-

vent acquérir que des tensions très-faibles, même quand elles sont soumises à des courans électriques très-forts, ce qui fut observé par Ritter.

Un appareil secondaire à couronne de tasses, composé de douze lames de zinc poli, ployées en forme d'arc et plongées convenablement dans des verres contenant de l'eau salée, fut soumis pendant dix minutes au courant électrique d'un appareil voltaïque de 58 couples, et n'acquit pendant ce temps qu'une très-faible tension qui fut reconnue à l'aide de l'électromètre ordinaire. On ne put pas obtenir une plus grande tension en faisant varier soit la durée du courant voltaïque, soit le nombre des lames de zinc, soit la nature du liquide interposé entre elles. Comment pourrait-on adapter à ce dernier fait observé dans les piles à lames de zinc, l'explication généralement adoptée jusqu'à présent, maintenant que nous savons que les diaphragmes de zinc, de même que ceux de cuivre, peuvent ralentir le courant voltaïque (ouv. cit., § 33)? et combien ne sera-t-il pas plus difficile d'adapter cette explication à l'anomalie que présentent quelquefois les piles secondaires à plaques de zinc, qui montrent, après qu'elles ont été soumises au courant voltaïque, une polarité contraire à leur polarité naturelle? anomalie qu'il m'est arrivé très-souvent d'observer quand je faisais usage de plaques de zinc qui n'avaient pas été nouvellement nettoyées, et qui dépend de la grande facilité avec laquelle le pouvoir électro-moteur est altéré dans de semblables plaques par le contact des conducteurs humides (ouv. cit., art. II, sec. III) : d'où il résulte que les plaques mouillées les premières conservent pendant quelque

temps et quelquefois pendant asssez long-temps un faible degré d'hétérogénéité voltaïque par rapport aux autres.

16. Un autre fait qu'on a coutume de citer en faveur de l'explication de Ritter, c'est que la pile voltaïque perd une partie de sa tension électrique en communiquant ses propriétés à la pile secondaire; mais relativement à ce sujet, il conviendra avant tout de remarquer 1° que la perte de tension électrique de l'appareil voltaïque n'est pas précisément égale à la tension acquise par la pile secondaire; 2° qu'en diminuant le nombre des alternatives dans les piles secondaires, le décroissement de tension est plus grand, à parité de circonstances, que dans l'appareil de Volta; 3° que toutes les fois que le circuit de l'appareil de Volta est fermé avec un conducteur aussi imparfait que l'est une pile secondaire donnée, il en résulte aussi dans l'électro-moteur voltaïque un égal affaiblissement de force dans un temps donné; 4° enfin que cet affaiblissement s'opère bien plus rapidement toutes les fois que les pôles de l'appareil sont mis en communication entre eux au moyen d'un conducteur de première classe.

Une pile de Ritter, de dix-huit alternatives de cuivre, ayant été mise en communication avec une pile voltaïque de quarante couples pendant quatre minutes, acquit une tension d'environ 5°; la tension de la pile voltaïque, qui était d'abord d'environ 20°, se réduisit en même temps à peu près à 13°. Une colonne de Ritter, de cinq élémens, ayant été soumise à l'action du même électromoteur de quarante couples après qu'il eût repris sa tension de 20°, parvint en quatre minutes à 2° de ten-

sion, la pile principale fut réduite à une tension d'environ 10°.

J'ai fermé le circuit d'un appareil voltaïque de quarante couples avec une couche d'eau de l'épaisseur de 7 centimètres, et après six minutes la tension de l'appareil était réduite à la moitié : ayant ensuite fermé le circuit du même appareil (après qu'il eût repris sa première force) avec une colonne de Ritter, de neuf alternatives, qui formait un conducteur aussi imparfait que la couche d'eau de 7 centimètres (1), après six minutes, la tension de l'appareil voltaïque fut aussi réduite à la moitié de celle qu'il possédait naturellement (2).

Enfin, l'appareil électro-moteur ayant été fermé au moyen d'un arc métallique, sa tension s'affaiblit comme dans les expériences que je viens de décrire, mais en moins d'une minute.

C'est donc seulement parce que les piles de Ritter sont

---

(1) Cette couche d'eau, aussi-bien que les neuf alternatives de cuivre et drap mouillé, placées alternativement dans le circuit électrique d'un appareil électro-moteur, diminuèrent d'une égale quantité l'effet de cet appareil sur l'aiguille d'OErsted.

(2) Remarquons que si l'appareil voltaïque n'est que d'un petit nombre de couples, la diminution qu'il éprouve lorsque l'on ferme le circuit au moyen d'une pile secondaire, est plus faible que lorsque l'on ferme le circuit avec une couche d'eau également conductrice, et cela parce que la colonne de Ritter, étant en communication avec la pile voltaïque, acquiert une polarité contraire à celle de cette pile, d'où il résulte qu'elle en ralentit ou en diminue jusqu'à un certain point le courant.

conductrices de l'électricité que les piles de Volta perdent de leur propre tension, en donnant de l'activité aux appareils secondaires, et l'affaiblissement de tension qui a lieu dans les appareils voltaïques quand on met leurs pôles en communication entre eux, est dû à la même cause qui donne naissance aux tensions électriques des colonnes de Ritter. Puisque la circulation de l'électricité diminue la force électro-motrice relative des plaques de cuivre, et que celles de zinc acquièrent un pouvoir électro-moteur plus grand, il en résulte que dans chaque couple les quantités d'électricité développée sont moindres et par conséquent la tension de tout l'appareil est plus faible.

A cette occasion, j'ajouterai une simple remarque : puisque le cuivre qui a perdu une partie de sa force électro-motrice quand, accouplé au zinc, il met l'électricité en circulation, reprend cette même force lorsqu'il cesse de remplir ces fonctions (ouv. cit. § 66); puisque le zinc perd de même le pouvoir électro-moteur qui s'est augmenté en lui dans les mêmes circonstances, comme je l'ai déjà fait connaître, on peut en conclure que les appareils voltaïques perdront de leur force si on met leurs pôles en communication, mais qu'ils la reprendront si on interrompt pendant quelque temps le circuit électrique. Ce fait, que j'ai vérifié déjà un grand nombre de fois, et qui fut même en partie observé par d'autres physiciens (1) et par Ritter lui-même (2), me donna

(1) Voyez le Mémoire cité, sur les conducteurs unipolaire et bi-polaire des professeurs Configliachi et Brugnatelli, à la page 352.

(2) Journal de Physique. T. cité, page 355.

l'idée de faire usage de plusieurs piles quand il s'agissait de soumettre pendant long-temps une substance à un courant électrique ; mais comme je me propose de vous entretenir dans une autre occasion sur ce sujet, je terminerai ce discours en concluant :

1°. Que le pouvoir électro-moteur n'est pas produit dans les piles secondaires par la difficulté qu'elles opposent au passage de l'électricité, puisqu'elles acquièrent une polarité contraire à celle des piles voltaïques avec lesquelles elles sont mises en communication, et que, plus le courant électrique est rapide, plus elles arrivent facilement à une tension donnée ; enfin, parce qu'en faisant varier la nature des plaques, on voit les piles acquérir plus ou moins facilement un certain pouvoir électro-moteur.

2°. Que les piles de *seconde espèce* développées par le passage de l'électricité dans les colonnes de Ritter, n'influent pas ou presque pas sur l'activité de ces colonnes ; car, en retournant ou en changeant les couches humides qui en font partie, on n'altère pas leur polarité.

3°. Que les polarités des piles secondaires proviennent uniquement des altérations que le courant voltaïque produit dans les surfaces des disques métalliques qui se trouvent en contact avec les conducteurs humides, puisque les plaques lavées et essuyées conservent encore, si on interpose entre elles des morceaux de drap mouillé, le pouvoir de mettre l'électricité en circulation, et parce que ce même fait offre une explication facile de tous les phénomènes que présentent les piles secondaires.

EXTRAIT *d'un Mémoire sur la Constitution mécanique des Fluides élastiques* (1).

Par le Prof. P. PREVOST de Genève.

NEWTON envisage les fluides élastiques comme discrets, et suppose que leurs particules se fuient mutuellement. Cette hypothèse étant posée, il détermine la loi de répulsion en ces termes : « Si la densité d'un « fluide composé de particules qui se fuient mutuel- « lement est proportionnelle à sa compression, les « forces répulsives des particules sont en raison in- « verse des distances de leurs centres ; et récipro- « quement, etc. » Il démontre cette proposition ; puis il y joint un scolie, où l'on trouve trois importantes remarques : 1°) l'exclusion de toute autre loi ; 2°) la restriction de l'assertion aux particules peu éloignées ; 3°) l'avertissement formel de n'envisager la répulsion, ou la fuite mutuelle des particules, que comme une hypothèse mathématique.

Un grand géomètre, dont la science porte le deuil, a traité le même sujet, et y a appliqué des propositions générales, fruit de son génie, et qui sur des objets d'un ordre supérieur ont répandu de vives lumières. Dans cette application, il a employé le calorique sous la forme d'un fluide soumis à des attractions et répulsions, dont la combinaison lui a paru fournir d'utiles résultats. Sans manquer au respect et à la reconnaissance dus à des hommes si justement célèbres, on peut, on

(1) *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, t. IV.

doit même aborder sans crainte les sujets dont ils se sont occupés.

En parlant des fluides élastiques, le premier fait qui nous frappe est l'influence du *calorique*. Ce dernier mot représente pour nous un fluide, et même un fluide discret. C'est la seule *hypothèse* que nous nous permettons. Les élémens du calorique sont beaucoup plus petits que les molécules d'un gaz, qui cependant échappent à nos sens. Ces élémens, très-abondans, mus avec rapidité, forment des courans en divers sens, connus sous le nom de *calorique rayonnant*, et soumis à des lois aujourd'hui fort étudiées et suffisamment connues.

Admettant que les élémens caloriques sont des corps, nous leur appliquons les lois de la percussion ; et nous concevons que de très-petites masses (telles que les molécules d'un fluide) doivent céder à leur impulsion ; bien que sur des corps visibles, l'expérience n'ait pu jusqu'ici attester les mêmes effets ; à peu près comme un grain de poussière n'ébranle pas le bassin d'une balance.

Renonçant donc à l'emploi de toute autre force, nous tentons de fonder la théorie de l'élasticité des fluides aériformes, sur l'action du calorique ainsi constitué, d'après les principes communs de la physique (les lois de la percussion, celles du rayonnement et en particulier de l'équilibre mobile). A cet effet, nous partons du point où Newton a porté cette théorie, c'est-à-dire, qu'admettant la loi de Mariotte, nous prenons pour certain le principe que Newton en a déduit par une démonstration rigoureuse et incontestée.

Il s'agit donc maintenant de voir s'il résulte de nos principes, que l'espèce de répulsion des molécules d'un fluide que peuvent produire les courans caloriques, est soumise à la loi que Newton a déterminée; si les molécules, livrées à l'impulsion des courans, doivent tendre à s'entr'écarter avec une force inversement proportionnelle à la distance des molécules, et encore si cette répulsion doit être limitée, comme l'indique le scolie joint par Newton à l'énoncé de la loi. Nous aurons aussi à dire un mot de certaines exceptions; puis à parler d'une autre loi relative aux variations de la température. Nous mentionnerons enfin quelques remarques qui terminent le Mémoire, et qui y sont plus ou moins développées.

Nous considérons une masse d'air uniforme, dans laquelle nous limitons par la pensée une enceinte. Deux courans opposés y sont sans cesse en activité. Le calorique entre et sort. Dans la masse et dans l'enceinte, tout étant supposé à l'état d'équilibre, les deux courans sont égaux.

Si l'enceinte était vide, ou si les molécules étaient perméables; si, par exemple, elles ne retenaient le calorique que justement autant qu'il serait nécessaire pour le laisser sortir sous forme de rayonnement; l'équilibre (tout restant d'ailleurs dans le même état) subsisterait toujours sans que les courans subissent aucun changement.

Mais les molécules interceptent le calorique, l'absorbent jusqu'à un certain point et en retiennent une partie; puis elles émettent le reste. De ce qu'elles retiennent résulte une chaleur propre, qui produit elle-

même un rayonnement ou une émission partielle. Il y a donc plus d'émanation moléculaire (ou de courant sortant) qu'il n'y en aurait sans ce nouveau rayonnement. Mais cet accroissement est loin de compenser la perte causée par l'absorption de tout ce qui est devenu pour les molécules une chaleur propre. Car le rayonnement n'est qu'une partie (probablement assez petite) de toute la chaleur intérieure, qui lui donne naissance.

Comparons maintenant les deux états où se trouve le rayonnement moléculaire; l'un avant, l'autre après les interceptions. Dans le premier, il était égal au courant entrant; dans le second, il est diminué de tout ce que les molécules ont emmagasiné. Dans cette dernière situation, il est à ce qu'il était, dans un rapport qui dépend de la densité du fluide, et qui a pour expression le carré de la distance d'une molécule à sa voisine. C'est ce qui résulte de la similitude des arrangemens moléculaires à toute densité; similitude, qui entraîne celle des passages accordés au courant. Ainsi le courant sortant n'est plus égal à l'entrant. L'équilibre est rompu. Pour qu'il renaisse (comme on sait qu'en effet il doit renaître), il faut qu'il s'opère une augmentation de rayonnement dans les molécules de l'enceinte; et cette augmentation doit être assujettie au rapport inverse de celui selon lequel le courant s'est trouvé affaibli par les interceptions.

Cela étant entendu, nous sommes en état de donner plus de précision à notre comparaison. Par les lois générales du rayonnement moléculaire, à l'époque où les molécules émettaient immédiatement tout le calorique qu'elles absorbaient, l'expression du rayonnement d'une

molécule était le produit du rayonnement total, (c'est-à-dire, du courant entrant) par le cube de la distance mutuelle; car les molécules, au même instant sensible et fini, sont toutes au même degré de rayonnement (vu la rapidité des mouvemens du calorique), et la densité ou le nombre des molécules dans un même espace, est inversement comme le cube de leur distance mutuelle. Après que les interceptions ont eu leur effet, nous venons de voir que l'intensité primitive du courant doit être multipliée par le rapport inverse du carré de la distance. Cette opération faite donne le rayonnement de chaque molécule directement proportionnel à la distance mutuelle des molécules (1).

Par ce rapport, l'égalité des deux courans (entrant et sortant) se trouve rétablie.

Ainsi, comme on devait s'y attendre, la chaleur et le rayonnement d'une molécule croissent lorsque la densité décroît, mais dans un rapport fort inférieur au rapport simple. En effet, la totalité des molécules devant fournir au courant sortant tout ce qu'il a perdu, chacune fournit d'autant plus qu'elles sont moins nombreuses; mais aussi, lorsqu'elles sont peu nombreuses, les interceptions sont moins fréquentes et le passage

(1) Nous abrégeons beaucoup cette suite d'assertions, dont le développement exige une distinction à faire entre deux cas (ou quelque expression qui y supplée). L'un est celui où quelque partie du courant qui entre dans l'enceinte, la traverse sans rencontrer aucune molécule; l'autre, celui où aucune partie du courant ne traverse ainsi sans obstacle ou sans rencontre.

est plus facile. Nous n'avons fait qu'apprécier des effets qu'il était aisé de prévoir. Ce premier pas de notre marche est le plus laborieux. Il avait pour objet de déterminer le rapport de la densité à l'*intensité* du rayonnement. Mais, quelle que soit cette intensité, il faut considérer, quant à l'effet impulsif, la quantité des rayons ou la partie du rayonnement qui, émanée d'une molécule, atteint sa voisine et tend à l'écarter; car de chaque point de sa surface sort un faisceau divergent de rayons, dont quelques-uns seulement vont rencontrer la molécule qu'il s'agit de mouvoir. C'est donc à présent de cette partie que nous devons nous occuper, car elle constitue l'*efficacité* du rayonnement. Joignons les centres de nos deux molécules par une ligne, et fixons notre attention sur le pinceau de rayons qui sort de l'un des points de la surface de l'une d'elles, et dont l'axe se dirige vers l'autre. En appliquant ici un raisonnement familier aux physiciens dans l'estimation des forces centrales, on reconnaîtra que l'efficacité du rayonnement de ce point (et par conséquent celle de tous les points de la même surface), est en raison inverse du carré de la distance des deux molécules (ou de la distance mutuelle des molécules en général).

Mais la force d'écartement produite par le rayonnement, est en raison du nombre des rayons (supposés égaux); et ce nombre est lui-même en raison de l'intensité et de l'efficacité du rayonnement, en d'autres termes de la quantité des rayons émis par une molécule et de la partie de ces rayons qui atteint la molécule opposée. L'intensité a été reconnue proportionnelle à la distance directement, l'efficacité, au carré inversement.

Donc (en composant ces rapports), *la force d'écartement est inversement comme la distance mutuelle des molécules.*

Nous supprimons des détails utiles par lesquels certaines objections sont aisément prévenues, espérant que les lecteurs de cet extrait suppléeront à ces omissions ou voudront bien attendre, avant de céder à de telles difficultés, d'avoir pris connaissance du Mémoire. Mais nous n'omettrons pas de faire remarquer la parfaite coïncidence entre la limite assignée à la force d'écartement par la théorie newtonienne et la nature de cette force, telle que nous venons de la décrire. On voit en effet que le mouvement répulsif d'une molécule n'atteint jamais que sa plus proche voisine sur chaque direction; toute différente en cela des forces qui agissent d'une manière continue, et que n'interceptent point les obstacles intermédiaires, entre autres de cette attraction générale que Newton sans doute avait surtout dans la pensée.

Le principe newtonien étant ainsi le résultat nécessaire de l'action impulsive du calorique, la loi de Mariotte se trouve expliquée. Sur une surface donnée, le nombre des points d'application est inversement comme le carré de la distance mutuelle; la force à chaque point est inversement comme cette même distance. La pression est donc inversement comme le cube, c'est-à-dire, comme la densité (1).

Les exceptions à la loi naissent d'une compression ou d'une température qui passent certaines limites, et

---

(1) *Phil. nat. princip. math.* Lib. II, prop. 23.

cet effet est presqu'évidemment analogue à la cause indiquée.

Il en est de même de la loi générale de M. Gay-Lussac relative à la force élastique d'un gaz de température variable et de densité constante.

Les applications immédiates dont il est question dans le Mémoire sont ; 1° l'effet d'une compression forte et brusque pour produire un échauffement considérable. On voit assez que les molécules, changeant de distance pour se rapprocher subitement, doivent, en un instant insensible, revêtir la chaleur diminuée qui convient à ce nouvel état, et par conséquent lâcher leur calorique. 2° Un thermomètre plongé dans le gaz à diverses densités, ne changera pas ses indications, si la température extérieure à l'enceinte ne change pas, et si la densité n'est pas extrême, c'est-à-dire, si elle permet quelque accès au thermomètre de la part des rayons non interceptés.

Enfin, après avoir considéré le calorique seul comme agissant sur les molécules en repos, et avoir reconnu l'application de cet agent aux phénomènes, on peut se faire deux questions : 1° le mouvement des molécules troublerait-il les lois que, dans l'état de repos, constatent à-la-fois l'expérience et la théorie? 2° le calorique est-il la cause unique de l'élasticité des fluides?

Sur la première question, il est probable que les mêmes effets moyens auraient lieu dans le cas du mouvement.

Sur la deuxième, il est possible que le calorique ne soit qu'une cause secondaire. La cause primaire, dont les effets seraient proportionnels à ceux que nous avons attribués au calorique, pourrait être l'agitation des mo-

lécules mues en sens divers. Deux physciens exacts ont fait voir que de cette simple conception découle la loi de Mariote.

Dans tout ce qui précède, nous avons fait abstraction du diamètre des molécules, à peu d'exception près. Ce n'est guère (vu la petitesse de ces corps) que dans les densités extrêmes que cette abstraction peut avoir des inconvéniens; elle n'en a pas dans les cas généraux dont il a été constamment question.

Sur *un Phénomène extraordinaire concernant l'influence continue qu'exerce le contact de métaux hétérogènes sur leurs propriétés chimiques, long-temps après que ce contact a cessé.*

Par A. Van-Beek, de l'Institut des Pays-Bas.

(Communiqué par l'Auteur.)

Dans un Mémoire sur la préservation du doublage des vaisseaux dans l'eau de mer au moyen de l'électricité de contact, présenté à la première Classe de l'Institut des Pays-Bas et placé dans le second volume de ses nouveaux Mémoires, je me suis principalement attaché à déterminer, par des expériences exactes, toutes les combinaisons pour lesquelles cette préservation a lieu, et toutes les circonstances qui l'accompagnent.

Je me suis convaincu de cette manière de l'influence puissante du contact des métaux hétérogènes sur leurs propriétés chimiques, et en même temps de l'insuffi-

sance de la simple doctrine des affinités chimiques, comme on l'enseignait anciennement, pour l'explication de ces phénomènes.

1°. Je plaçai dans un vase rempli d'eau de mer une feuille de cuivre ; le métal fut promptement oxidé, et l'eau acquit en peu de temps une couleur verte foncée.

2°. Une feuille de cuivre placée dans les mêmes circonstances, mais sur laquelle j'avais attaché une petite plaque de fer, d'étain ou de zinc, fut complètement préservée ; le cuivre conserva son éclat, tandis que le fer, l'étain ou le zinc étaient fortement oxidés.

3°. Une simple plaque très-mince de mica, placée entre le cuivre et le fer de l'expérience précédente, détruisit promptement l'effet préservateur du fer ; le cuivre fut oxidé.

4°. Un métal conducteur consistant en un fil de platine, fut placé de manière à réunir le cuivre et le fer dont le contact immédiat était empêché par la plaque de mica ; le cuivre fut encore parfaitement préservé, et nul atome d'oxide de cuivre ne parut dans le fluide. Ce phénomène de l'effet préservateur du fer, lors même qu'il n'est pas immédiatement en contact avec le cuivre, lors même qu'il n'est en communication avec ce métal que par l'intermède d'un second métal (le platine), fut parfaitement démontré par l'expérience suivante.

5°. Une feuille de cuivre fut mise en communication, au moyen d'un fil de platine, avec une plaque de fer. Ces deux métaux, ainsi unis, furent placés séparément dans deux vases remplis d'eau de mer, tandis que les fluides des vases étaient en communication par du coton mouillé

ou par un siphon rempli du même fluide. Le cuivre fut complètement préservé, et l'eau du vase qui le contenait conserva la plus parfaite transparence, tandis que le fer dans l'autre vase était fortement oxidé.

C'est à l'occasion de cette dernière expérience que j'ai découvert le fait curieux qui fait l'objet principal de cette Note.

Ayant maintenu l'appareil de la cinquième expérience en action pendant quarante-sept jours, je m'avisai de couper le fil de platine qui unissait le fer et le cuivre, dans l'attente de voir bientôt le cuivre s'oxider, comme cela arrive ordinairement dès le premier jour que ce métal est placé dans l'eau de mer; cependant je m'étais trompé : à ma grande surprise, le cuivre resta parfaitement intact; ce métal conserva son éclat, et le fluide sa blancheur et sa transparence. Le quatrième jour, j'interrompis la communication entre le fluide des deux vases en ôtant le coton; cette circonstance n'eut aucune influence sur la préservation du cuivre, elle resta parfaite. M'imaginant, au premier abord, que l'eau de mer du vase pourrait avoir perdu, par l'action chimique qui avait eu lieu, la faculté d'oxider le cuivre, je pris une petite quantité de ce fluide dans laquelle je plaçai un autre morceau de cuivre; il y fut oxidé dès le premier jour. Ainsi l'eau de mer contenue dans le vase n'avait nullement perdu la faculté d'oxider le cuivre, et l'on ne pouvait expliquer par là le phénomène observé.

D'un autre côté, le cuivre du vase n'avait pas non plus perdu la propriété ordinaire d'être oxidé par de l'eau de mer; cela fut prouvé par le fait, car ce même mor-

ceau de cuivre, placé dans un autre vase rempli d'eau de mer, fut promptement attaqué.

Il paraît donc, d'après ces données, que le phénomène curieux de la préservation continue du cuivre après que le contact des métaux qui donnait lieu à ce phénomène, a cessé depuis long-temps, est dû à une propriété combinée et nécessaire du cuivre et du fluide contenu dans le vase.

Il semble que l'action électrique et préservatrice que le fer et l'eau de mer exercent sur le cuivre, prolongée pendant un certain temps, amène entre les élémens du cuivre et ceux du fluide une certaine tension électrique continue, qui s'oppose invinciblement à la combinaison de l'oxigène avec ce métal, quoique cette action se manifeste si fortement dans les circonstances ordinaires.

Je me suis assuré qu'il faut une certaine durée de contact des métaux, pour que le cuivre acquière la propriété de rester préservé après que ce contact a cessé; car, lorsque j'interrompais le contact dans un appareil de ce genre qui n'avait fonctionné que pendant peu de jours, le cuivre était promptement oxidé.

Je m'occupe maintenant de nouvelles recherches qui pourront m'apprendre la limite du temps d'action galvanique qui est nécessaire pour la préservation du cuivre, comme aussi les limites de cette préservation même (1).

---

(1) Dans le cours de mes expériences sur la préservation des métaux, je me suis aperçu d'une erreur grave que le célèbre chimiste anglais Sir Humphry Davy a commise, dans le *Bakerian lecture* du 8 juin 1826, « *on the relation of* « *electrical and chemical changes* », publié dans les

Le cuivre de l'appareil mentionné, dont le contact fut interrompu après quarante-sept jours d'action, reste déjà depuis plus de vingt jours parfaitement préservé, et nul indice d'oxidation ne se manifeste jusqu'ici dans le vase.

En m'occupant de ces recherches, je reçois le numéro de septembre 1827 des *Annales de Chimie et de Physique*, dans lequel je trouve un Mémoire fort intéressant de M. le professeur A. de Larive, sur une propriété particulière dont jouissent les conducteurs métalliques, quand ils ont fait pendant un temps plus ou moins long, partie d'un circuit voltaïque fermé par un liquide. M. de Larive a trouvé que ces conducteurs (des fils de platine) détachés de la pile et plongés dans un même fluide conducteur, occasionent pendant un certain temps un courant électrique qui fait dévier l'aiguille du

---

Transactions philosophiques de 1826 : il recommande d'employer le zinc ou l'*étain* pour la préservation des chaudières à vapeur, surtout celles des bateaux à vapeur où l'on fait souvent usage de l'eau de mer.

Des expériences décisives m'ont appris que l'étain, bien loin de préserver le fer, est au contraire préservé par ce dernier métal, et qu'ainsi un morceau d'étain introduit dans la chaudière, au lieu de préserver le fer de l'oxidation et de diminuer par là les dangers d'explosion, devrait puissamment contribuer à sa prompte destruction.

Si l'on veut faire usage de cette application utile du principe de la préservation réciproque des métaux, le zinc seul devra être employé.

galvanomètre. L'analogie entre nos expériences me paraît évidente, et il me semble que nous nous sommes rencontrés en ce sens, du moins, que le fait d'une action électrique qui continue après que la cause qui l'a produite (le contact des métaux) a cessé, résulte des expériences de M. de Larive comme des miennes ; seulement la propriété extraordinaire qui, dans les expériences de M. de Larive, ne semble se manifester que pendant un court intervalle de temps, et ne peut être aperçue qu'au moyen du galvanomètre, se montre dans l'expérience citée dans tout son jour et d'une manière prononcée ; on a pu voir que cette propriété affecte les corps dans leurs qualités les plus intimes.

Un état électrique permanent des conducteurs métalliques qui ont fait partie d'un circuit voltaïque, par lequel leurs affinités chimiques non-seulement sont modifiées mais entièrement changées, est à mes yeux un fait remarquable qui mérite toute l'attention des physiciens.

Utrecht, le 16 février 1828.

SUR *les Formes cristallines et la Composition des Sulfates, des Séléniates et des Chromates.*

PAR Mr E. MITSCHERLICH.

JE me propose de satisfaire à un engagement que j'ai pris dans mes Mémoires précédens. Dans la dernière année, j'ai cherché à me procurer la plus grande partie des corps cristallisés, et jusqu'à présent je n'ai encore

fait connaître d'autre résultat de mes recherches que mes observations sur les phosphates et les arséniates, et celle de la double cristallisation du soufre, que j'ai jugée de nature à jeter quelque lumière sur certaines questions théoriques qui intéressent la chimie, la physique et la minéralogie. Aujourd'hui mon intention est de publier successivement une suite de courts Mémoires qui seront consacrés à décrire à la fois les formes cristallines des corps simples ou composés les plus importans, et en même temps leur composition et leurs propriétés physiques et chimiques; me proposant de m'étendre davantage sur ceux de ces corps qui présentent le plus d'intérêt, soit pour la cristallographie, soit pour nous éclairer sur la liaison réciproque que la forme cristalline, la composition chimique et les propriétés optiques et autres ont entre elles; pour les autres corps moins importans, je me bornerai à de courtes indications.

C'est dans ce but que j'ai jugé devoir m'occuper d'abord des sulfates, des séléniates et des chromates, parce que ces sels nous présentent presque tous les phénomènes sur lesquels reposent et la théorie des rapports entre les formes cristallines et les propriétés chimiques, et même les principes cristallographiques : d'ailleurs, comme les sulfates sont très-faciles à obtenir, ce sont les sels qui peuvent le mieux servir à l'étude de la cristallographie et de l'isomorphie, puisqu'ils permettent de répéter, autant qu'il peut être nécessaire, les épreuves et les observations les plus importantes.

Sulfate d'argent ; Séléniate d'argent ; Sulfate de soude anhydre ; Séléniate de soude anhydre.

La forme simple de ces sels est un octaèdre rhomboïdal (pl. 1, fig. 1), qui est modifié par les facettes *d*, *n* et *a* (fig. 2).

Chaque facette *d* est également inclinée sur les quatre faces *P* adjacentes.

Les facettes *n* remplacent les arêtes *D* de la base de l'octaèdre ; et dans chacune d'elles les deux intersections avec les faces *P* adjacentes sont parallèles.

Les quatre facettes *a* qui sont au sommet constituent un octaèdre plus obtus ; leurs intersections avec les faces *P* sont parallèles à celles entre *P* et *P''* ; ces intersections entre l'octaèdre obtus et l'octaèdre aigu forment une face parallèle à celle qui passe par les arêtes *D* et *D'*.

D'après une mesure de l'angle entre *a* et *a''*, j'ai trouvé que la tangente de la moitié de l'angle entre les arêtes *c* et *c''* de l'octaèdre obtus, est à la tangente de la moitié de l'angle entre les arêtes *C* et *C''* de l'octaèdre aigu, comme 3 est à 1.

La cassure lamelleuse est très-prononcée parallèlement aux faces *d* ; elle est aussi fort visible parallèlement aux quatre faces *P*.

Communément les cristaux affectent la forme qui vient d'être décrite. Quelquefois ils sont allongés dans le sens de *P* et de *P'*, et se présentent alors sous la forme d'un prisme obliquangle, composé des faces *P* et *P'*, et dont l'arête latérale aiguë est remplacée par la facette *d*.

Dans les quatre sels dont nous parlons, on observe exactement le même nombre de faces et avec la même netteté. Quant à ce qui concerne les angles, le sulfate d'argent diffère un peu du sulfate de soude. L'incidence de P sur P' est de 135°,41' dans le sulfate de soude, d'environ 134°,22' dans le séléniate de soude, de 136°,20' dans le sulfate d'argent, et de 135°,42' dans le séléniate d'argent.

L'incidence de P sur P'' est de 123°,43' dans le sulfate de soude, de 125°,11' dans le sulfate d'argent, de 123°,13' dans le séléniate de soude, et de 123°,30' dans le séléniate d'argent.

Le sulfate de soude présente les divers angles suivans en partant de ceux qu'on vient d'indiquer.

P sur P' = 135° 41'. n sur d = 115°.19' $\frac{1}{2}$.
P sur P'' = 123° 43'. a sur a''' = 63°.51' $\frac{1}{2}$.
P' sur P'' = 105° 42'. a' sur P' = 150°. 4' $\frac{1}{4}$.
Arêtes B sur B' = 102° 42'. Arêtes C sur C'' = 121°.13'.
n sur n' = 129° 21'.
Arêtes e sur e' = 118° 46'.

Ces quatre sels sont des combinaisons neutres sans eau, et présentent les rapports de composition suivans.

Sulfate d'argent,	Acide sulfurique...	25.66;
	Oxide d'argent....	74.34.
Séléniate d'argent,	Acide sélénique...	35.37;
	Oxide d'argent....	64.63.
Sulfate de soude,	Acide sulfurique...	56.18;
	Soude............	43.82.
Séléniate de soude,	Acide sélénique....	67.03;
	Soude............	32.97.

C'est M. Haidinger qui a observé le premier la propriété du sulfate de soude de donner des cristaux sans eau, lorsqu'ils se forment dans une dissolution chaude; et comme on a reconnu depuis qu'un grand nombre de sels ont de même la propriété de cristalliser, tantôt sans eau, tantôt avec de l'eau, suivant la température de leur solution, cette découverte est devenue de la plus grande importance pour la doctrine de l'isomorphisme. On obtient très-facilement du sulfate de soude anhydre et du séléniate de soude anhydre, en faisant cristalliser à une température de plus de 33° centigrades une solution concentrée, ou bien en exposant dans une capsule ou sur du papier des cristaux de sulfate ou de séléniate de soude hydratés à une température assez élevée, pour dégager peu à peu l'eau qu'ils contiennent. J'ai obtenu de cette manière des cristaux de la longueur d'un demi-pouce. On obtient également ces cristaux en faisant fondre du sulfate de soude sans eau. Ce même sel se produit naturellement en Espagne par la chaleur du soleil. C'est l'espèce minéralogique trouvée par M. Casaseca et décrite par M. Cordier. La description qu'en a donnée ce dernier, quoiqu'il n'ait eu aucuns cristaux mesurables, s'accorde assez bien avec mes observations.

Il est incontestable que cette température de 33°, à laquelle le sulfate et le séléniate de soude sans eau se forment, est précisément la même à laquelle le sulfate et le séléniate de soude contenant de l'eau possèdent la plus grande solubilité, phénomène remarquable que M. Gay-Lussac a observé le premier sur le sulfate de soude; au dessus et au dessous de cette température ils sont moins solubles. En effet, au dessous de 33° et

jusqu'à ce terme, le corps tenu en solution renferme de l'eau de cristallisation, tandis qu'au-dessus de cette température c'est un corps sans eau de cristallisation; c'est donc un composé différent. On observe un fait semblable dans le sel marin, dont la solubilité est beaucoup plus faible à — 10°, que depuis 0° jusqu'à 100°, parce que dans ce dernier cas le corps dissous contient de l'eau de cristallisation. Le sulfite de soude, relativement à sa solubilité, a aussi une propriété analogue à celle du sulfate et du séléniate de soude; et également, comme ces derniers sels, il cristallise sans eau à une température élevée. Les arséniates et les phosphates qui sont isomorphes sont presque également solubles; et beaucoup d'autres observations concourent à prouver qu'il y a une liaison intime entre le degré de solubilité dans l'eau et l'identité de forme cristalline. Ce rapport néanmoins est modifié par beaucoup de circonstances accessoires, par exemple, par l'affinité de l'eau avec les différens sels, laquelle est variable par de légers changemens de température; d'autres causes non encore déterminées peuvent aussi avoir de l'influence.

Quant à la fusibilité des corps, elle ne paraît nullement en rapport avec leurs formes cristallines; car, parmi les corps isomorphes, quelques-uns sont très-faciles à fondre, tandis que d'autres sont tout-à-fait infusibles. Tous les silicates magnésiens, par exemple, sont infusibles, et ceux d'oxidule de manganèse se fondent très-facilement.

On peut obtenir le séléniate de soude sans eau encore plus facilement que le sulfate, parce que la cristallisation du premier a lieu à une température un peu plus

basse. Il est très-difficile de déterminer exactement la température à laquelle commence la formation des différens sels sans eau ; pour les deux sels dont il est question, elle a lieu certainement à 40 degrés centigrades.

Le meilleur procédé pour obtenir les sulfate et séléniate d'argent est de les faire cristalliser d'une solution par l'acide nitrique. Ce qui est le plus facile est de précipiter une solution de nitrate d'argent par l'acide sulfurique ou par l'acide sélénique, et de dissoudre ensuite le précipité dans l'acide nitrique. Ces deux sels ne sont que très-peu solubles dans l'eau, et ils le sont seulement un peu plus dans l'acide nitrique. En comparant leur solubilité avec celles des sulfate et séléniate de soude, on reconnaît que l'isomorphie des corps n'est pas la seule cause de leur égale solubilité.

Sulfate d'argent et d'ammoniaque ; Séléniate d'argent et d'ammoniaque ; Chromate d'argent et d'ammoniaque.

La forme simple de ces sels est un prisme droit à base carrée, pl. 1, fig. 3, qui est modifié par les facettes *a* et *d*, fig. 4.

La facette *d* est également inclinée sur *M* et sur *M'*, et les deux intersections avec ces faces sont parallèles entre elles.

Chaque facette *a* remplace une arête entre *d* et *P*, de manière que, si ces quatre facettes *a* prenaient un grand accroissement, elles formeraient par leur réunion un octaèdre à base carrée ; ce qui détermine la hauteur du prisme.

On observe l'angle de 90° entre M et M', et entre d et d' dans les trois sels indiqués; mais l'angle a sur d n'est pas le même dans chacun d'eux. Dans le sulfate, cet angle est de 127°, ou, suivant une autre mesure, de 127° 13′ $\frac{1}{2}$; dans le séléniate, il est de 127° 16′ $\frac{1}{3}$, et dans le chromate, de 127° 47′.

Dans le sulfate, si on adopte pour l'angle de a sur d la mesure de 127°, on obtient les divers angles suivans :

M sur d = 135°.	a sur d' = 127°.
M sur M' = 90°.	a sur a'' = 74°.
d sur d' = 90°.	a sur P = 143°.
a sur a'''' = 106°.	

On obtient ces sels très-facilement en versant sur des précipités de sulfate, de séléniate ou de chromate d'argent, de l'ammoniaque concentrée et échauffée, seulement en quantité suffisante pour que la dissolution soit complète. En laissant refroidir, on voit les sels formés se déposer en beaux cristaux qui se redissolvent facilement dans l'eau sans aucune altération. Le sulfate et le séléniate d'argent et d'ammoniaque sont incolores et transparens; le chromate est jaune; les cristaux du sulfate exposés long-temps à l'air atmosphérique, ne subissent aucun changement; le séléniate perd de l'ammoniaque; le chromate se décompose très-rapidement.

La composition du sulfate a été déterminée par mon frère, et je me suis convaincu que le séléniate et le chromate ont une composition analogue; voici les proportions des composans dans ces trois sels :

Sulfate d'arg. et d'ammoniaq.	acide sulfuriq. 21.04 ; oxide d'argent. 60.95 ; ammoniaque. 18.01.
Séléniate d'arg. et d'ammoniaq.	acide séléniq. 29.70 ; oxide d'argent. 54.26 ; ammoniaque. 16.04.
Chromate d'arg. et d'ammoniaq.	acide chromiq. 25.74 ; oxide d'argent. 57.32 ; ammoniaque. 16.94.

Ces trois compositions sont analogues au sulfate d'ammoniaque et de cuivre avec excès de base, analysé par M. Berzelius. Dans chacune d'elles, il y a deux fois autant d'ammoniaque qu'il est nécessaire pour saturer l'acide, et l'oxide d'argent y forme avec l'acide une combinaison neutre. Mon frère a déjà fait voir qu'il était possible de considérer ces compositions de plusieurs manières : maintenant celle qui me paraît la plus vraisemblable est d'admettre qu'elles sont formées de la combinaison de sels ammoniacaux neutres avec de l'ammoniure d'oxide d'argent. En effet, le chromate indiqué ci-dessus est jaune, mais il devient rouge en perdant son ammoniaque. Si, à une dissolution d'un de ces trois sels dans l'eau, on ajoute de la potasse caustique, il se forme sur-le-champ un précipité qui est un ammoniure d'oxide d'argent susceptible de détoner fortement. Plus tard, il se dépose encore des cristaux de cette substance dans la solution, à mesure que son ammoniaque s'évapore, attendu que l'ammoniure d'oxide d'argent est soluble dans l'ammoniaque.

Sulfate de nickel; Séléniate de nickel; Séléniate de zinc.

La forme de ces combinaisons est un octaèdre aigu à base carrée, (pl. 1, fig. 5), qui est modifié dans les figures 6, 7 et 8 par les faces *e*, *g*, *a*, *c* et *b*.

La facette *e* est également inclinée sur les quatre faces *P* adjacentes.

La facette *a* est de même également inclinée sur chacune des deux faces *P* adjacentes, et ses intersections avec elles sont parallèles entre elles.

Les intersections de la face *c* avec *P* et avec *g* sont parallèles; ainsi les quatre faces *c* constituent un octaèdre moins aigu; cette même face *c* est également inclinée sur les deux facettes *a* adjacentes, et ses intersections avec elles sont parallèles entre elles; d'où il suit que la tangente de la moitié de l'angle de c' sur c'''' est à la tangente de la moitié de l'angle de P' sur P'''' comme 2 est à 1.

Les facettes *b* forment avec *a* et *g* des arêtes parallèles; ainsi elles constituent ensemble un octaèdre moins aigu que celui qui est formé par les facettes *a*; et comme chaque face *b* forme avec *c* et *P* des arêtes qui sont parallèles entre elles, il s'ensuit que la tangente de la moitié de l'angle de b' sur b'''' est à la tangente de la moitié a' sur a'''' comme 3 est à 2.

On observe une cassure lamelleuse très-distincte parallèlement à la face *g*.

Dans tous les trois sels indiqués, on observe les mêmes faces et avec la même netteté.

Les angles analogues des cristaux de ces trois sels ne

présentent pas des différences plus grandes que celles qu'on obtient quelquefois de la mesure de plusieurs cristaux différens d'un même sel. *P* sur P'' est de 139° 17′ ½ dans le sulfate de nickel, de 138° 53′ dans le séléniate de zinc, et de 138° 56′ dans le séléniate de nickel.

En adoptant cette dernière mesure du séléniate de nickel, on obtient les valeurs suivantes des divers angles des cristaux.

P sur P''	= 138°.56′	*a* sur a''''	= 55°.49′.
P sur P''''	= 41°. 4′	*a* sur *g*	= 117°.54′ ½.
P sur P'	= 97°. 4′	*a* sur *e*	= 152°. 5′ ½.
P sur *g*	= 110°.32′	*a* sur a''	= 124°.11′.
e sur *e*	= 90°.	*b* sur b''''	= 76°.56′.
e sur *g*	= 90°.	*b* sur *g*	= 128°.28′.
P sur *e*	= 131°.28′	*c* sur c''''	= 73°.40′.
		c sur *g*	= 126°.50′.

Dans ces trois sels, l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 1 est à 3; et il est avec l'oxigène de l'eau, d'après un essai, à peu près dans le rapport de 1 à 7.

D'après cela, la composition chimique de ces trois sels doit être établie ainsi qu'il suit :

Sulfate de nickel...	acide sulfurique...	28.51;
	oxide de nickel...	26.71;
	eau.............	44.78.
Séléniate de nickel.	acide sélénique.....	28.37;
	oxide de nickel....	22.90;
	eau.............	38.73.
Séléniate de zinc...	acide sélénique....	38.11;
	oxide de zinc.....	24.13;
	eau.............	37.76.

Dans un autre Mémoire qui paraîtra prochainement, je décrirai une autre forme cristalline du sulfate de nickel et du sulfate de zinc, qui est tout-à-fait différente de celle que je viens de faire connaître; la production de ces deux différentes formes dépend de la température à laquelle les cristaux se forment. Le séléniate de zinc, qui, à une température de 10°, donne des cristaux prismatiques, change sa forme lorsqu'on expose ces cristaux prismatiques sur un papier à la chaleur du soleil. On peut aussi très-bien observer ce phénomène sur le sulfate de nickel. A la température de 15°, il produit encore des cristaux prismatiques; si on prend de ces cristaux d'un certain volume, et si on les exposé dans un vase fermé à la chaleur du soleil, il arrive souvent qu'ils conservent leur forme extérieure, de manière qu'on peut encore mesurer les angles de de leurs faces entr'elles; mais si on vient à les briser, on remarque qu'ils sont formés d'une quantité de cristaux, quelquefois de plusieurs lignes de longueur, qui sont des octaèdres à base carrée, dont j'ai pu mesurer les angles. Ce changement exige deux ou trois jours.

J'ai déterminé par une analyse complète la quantité d'eau contenue dans cette combinaison. Les octaèdres à base carrée, dans lesquels s'étaient changés les cristaux prismatiques, par une exposition au soleil pendant plusieurs jours dans un vase découvert, m'ont donné 30.14 pour cent d'acide sulfurique; d'autres octaèdres à base carrée provenant de la cristallisation d'une solution chaude ont donné 29.88. Si on prend le terme moyen entre ces deux résultats, on est conduit à admettre que l'octaèdre à base carrée de sulfate de nickel contient sur

cent parties 30.02 d'acide sulfurique, 28.13 d'oxide de nickel et 41.85 d'eau, et par conséquent 2.93 parties d'eau de moins que quand ce sel en renferme sept proportions.

Il suit de ce phénomène, comme de plusieurs autres que j'ai fait connaître antérieurement, que les particules isolées de la matière dans les corps solides sont mobiles les unes à l'égard des autres, et qu'elles peuvent prendre une autre position relative que celle qu'elles avaient d'abord, sans que pour cela le corps qu'elles constituent devienne fluide.

ANNONCE *des Prix décernés par l'Académie royale des Sciences pour l'année* 1828.

1°. GRAND PRIX DE SCIENCES MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1826 *pour l'année* 1828.

L'ACADÉMIE avait proposé la question suivante pour le sujet du prix de mathématiques qu'elle devait décerner dans la séance de juin 1828 :

Examiner dans ses détails le phénomène de la résistance de l'eau, en déterminant avec soin par des expériences exactes les pressions que supportent séparément un grand nombre de points convenablement choisis sur les parties antérieures, latérales et postérieures d'un corps, lorsqu'il est exposé au choc de ce fluide en mouvement, et lorsqu'il se meut dans le même fluide en repos; mesurer la vitesse de l'eau

en divers points des filets qui avoisinent le corps ; construire sur les données de l'observation les courbes que forment ces filets ; déterminer le point où commence leur déviation en avant du corps ; enfin établir, s'il est possible, sur les résultats de ces expériences, des formules empiriques que l'on comparera ensuite avec l'ensemble des expériences faites antérieurement sur le même sujet.

Il résulte de l'examen des pièces du concours, qu'aucune de ces pièces ne satisfait assez complètement à la question énoncée dans le programme, pour que le prix puisse être décerné.

Toutefois il a été reconnu que le Mémoire portant le n° 2 est rédigé avec beaucoup d'ordre, de clarté, et qu'il présente un grand nombre de faits utiles ; en conséquence, l'Académie accorde à cette pièce une mention honorable qui sera décernée en séance publique.

2°. Prix d'Astronomie,

Fondé par M. de Lalande.

L'Académie a décerné, cette année, la médaille fondée par Lalande, à MM. Carlini de Milan et Plana de Turin, auteurs du second volume de l'ouvrage intitulé : *Opérations géodésiques et astronomiques pour la mesure d'un arc du parallèle moyen, exécutées en Piémont et en Savoie par une commission composée d'officiers de l'état-major général et d'astronomes piémontais et autrichiens, en* 1821, 1822 *et* 1823.

Ce second volume, couronné par l'Académie, renferme toute la partie astronomique de la grande opération

à laquelle l'ouvrage est principalement consacré, et plusieurs autres recherches également importantes.

3°. Prix de Physiologie expérimentale,

Fondé par M. de Montyon.

L'Académie a décerné une médail d'or à M. le docteur Dutrochet, pour sa découverte du phénomène qu'il a fait connaître sous le nom d'*endosmose*, et une autre à MM. Audouin et Milne Edwards, pour leurs *observations et leurs expériences sur la circulation et la respiration dans les crustacés*. Parmi les ouvrages qui lui ont été présentés, elle a distingué le Mémoire manuscrit de M. le docteur Vimont, intitulé: *Recherches sur le crâne et le cerveau des animaux vertébrés, suivies d'observations sur leurs mœurs, et sur la forme de leurs têtes*; et celui de M. Collard de Martigny, intitulé : *Recherches expérimentales sur les effets de l'abstinence complète d'alimens solides et liquides sur la composition et la quantité du sang et de la lymphe.* Mais le jugement de ces deux écrits exigeant des vérifications qui n'ont pu être terminées, ils ont été réservés pour le concours de l'année prochaine.

4°. Prix fondé par M. de Montyon,

En faveur de celui qui aura découvert les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.

Pusieurs pièces d'un même auteur ont seules été envoyées au concours; elles ont pour objet de prouver que les tisserands peuvent, au moyen d'un encollage

ou parement particulier, établir leurs métiers dans des endroits sains et éclairés. L'auteur qui avait déjà traité ce sujet en 1826, ne s'est point découragé, et ses nouveaux efforts le font approcher de plus en plus du but. Mais l'Académie a pensé que ce but n'est pas encore atteint, et elle a renvoyé à l'année prochaine pour juger définitivement la question importante dont il s'agit.

5°. PRIX FONDÉ PAR M. DE MONTYON,

En faveur de ceux qui auront perfectionné l'art de guérir.

L'Académie a reçu trente-deux ouvrages imprimés ou Mémoires manuscrits destinés à concourir à ces prix ; mais l'Académie, d'après les termes formels du testament et de l'ordonnance du Roi qui en règle l'exécution, ne pouvant couronner que des ouvrages *qui contiendraient un moyen de guérison nouveau et d'une efficacité constatée*, a dû écarter la plupart des ouvrages qui lui avaient été adressés, bien qu'elle se plaise à reconnaître que plusieurs d'entre eux ont un mérite distingué et jouissent d'une réputation justement acquise.

L'Académie a particulièrement fixé son attention sur un ouvrage ayant pour titre : *Exposé des recherches du docteur Chervin sur l'origine et la nature de la fièvre jaune.*

Cet ouvrage est le résultat d'un voyage de dix années aux Antilles, sur le continent d'Amérique et en Espagne. L'auteur a exploré tous les lieux où la fièvre jaune s'est montrée depuis son apparition ; il a assisté à nombre d'épidémies causées par ce fléau ; il l'a observé

sous toutes les formes ; il a recueilli l'opinion motivée de médecins des plus renommés de l'Amérique et de l'Espagne sur l'importante question de la contagion ou de la non-contagion de la fièvre, et il possède ces nombreux documens revêtus de toutes les formes qui en établissent l'authenticité.

L'ouvrage que M. Chervin a adressé au concours contient le résultat de toutes les recherches de ses observations ou expériences personnelles sur la nature et l'origine de la fièvre jaune ; il contient le résumé de six cent trente documens qui lui ont été remis par les médecins américains ou espagnols, ainsi que d'un grand nombre d'autres non moins importans, qui lui ont été délivrés par des personnes étrangères à l'art de guérir, ou qu'il a puisés dans les archives de différens établissemens publics, tant en Amérique que dans le midi de l'Espagne.

L'Académie, jugeant que ce travail jette une vive clarté sur le traitement préservatif de la fièvre jaune, et qu'ainsi il rentre dans les intentions nettement exprimées par le testateur, lui a décerné un prix de *dix mille francs*.

L'Académie, voulant concourir de tous ses efforts au perfectionnement de l'opération nouvelle au moyen de laquelle on parvient à broyer la pierre dans la vessie, a décerné un prix de *cinq mille francs* à M. le baron Heurteloup, pour les améliorations importantes et les instrumens ingénieux qu'il a introduits cette année dans la lithotritie, et au moyen desquels cette opération devient plus prompte, plus sûre, moins douloureuse, et par conséquent plus exempte des accidens graves qui

l'ont quelquefois accompagnée ou suivie. L'Académie, en ce qui regarde l'art de broyer la pierre dans la vessie, voulant rendre à chacun la justice qui lui est due, et ayant acquis la preuve que, dès l'année 1813, M. le docteur bavarois Gruethuisen a proposé et fait graver un système d'instrumens qui démontre la possibilité d'attaquer les pierres de la vessie, et qu'ainsi il a eu une part non douteuse dans les inventions relatives à la lithrotritie, a décidé qu'une médaille d'or de la valeur de *mille francs* serait adressée à M. le docteur Gruethuisen.

6° Prix de Statistique,

Fondé par M. de Montyon.

L'Académie a reconnu avec satisfaction que les études statistiques font chaque année des progrès sensibles. Les exemples mémorables qui ont été donnés depuis longtemps dans la capitale, ont imprimé une heureuse direction à ce genre de recherches.

Parmi les ouvrages qui ont été, cette dernière année, présentés au concours, les pièces n° 1 et n° 4 ont principalement fixé l'attention de l'Académie.

Elle a vu dans la première le tableau de la seule possession qui reste à la France dans l'hémisphère austral, tracé sur les lieux par un fonctionnaire supérieur après plusieurs années de résidence. On a jugé que ce travail offre l'ensemble des détails que comporte une bonne statistique, rangée avec beaucoup de méthode et enrichie de tous les faits physiques, ethnographiques, agricoles et commerciaux qui pouvaient y répandre le plus d'in-

térêt; ensemble qui exigeait une réunion fort rare de connaissances les plus variées.

La pièce n° 4 a un objet spécial très-important et traité de la manière la plus complète. Ce travail atteste dans son auteur un zèle et une persévérance dignes des plus grands éloges.

On a pris ces divers motifs en considération, et il a été décidé, 1° que le prix de statistique pour l'année 1827 serait décerné à la pièce n° 1, qui contient la statistique de l'île de Bourbon. L'auteur est M. Thomas, ancien administrateur;

2°. Qu'il serait fait la mention la plus honorable de l'ouvrage de M. le docteur Falret, sur les suicides et les morts subites, et qu'en décernant cet accessit, on exprimerait le regret de ne trouver dans les dispositions du fondateur, aucun autre moyen de témoigner l'estime de l'Académie pour des recherches aussi laborieuses et aussi utiles.

Programme *des Prix proposés par l'Académie royale des Sciences pour les années* 1829 *et* 1830.

Grand Prix de Mathématiques.

L'Académie propose, pour le concours des années 1828 et 1829, un prix qui sera décerné dans la séance publique du mois de juin 1830.

Afin de donner plus d'extension et de variété aux travaux sur lesquels le choix pourrait porter, l'Académie arrête que le prix sera décerné à celui des ouvrages, ou

manuscrits ou imprimés, qui présentera l'application la plus importante des théories mathématiques, soit à la physique générale, soit à l'astronomie, ou qui contiendrait une découverte analytique très-remarquable. On considérera comme admises à ce concours toutes les pièces qui auront été rendues publiques, ou séparément, ou dans des recueils scientifiques, depuis le 1er janvier 1828 jusqu'au 1er janvier 1830, et qui seront parvenues à la connaissance de l'Académie; le concours sera établi entre ces pièces et les Mémoires, ou imprimés ou manuscrits que les auteurs auraient adressés ou remis au Secrétariat de l'Institut, soit qu'ils aient fait connaître leur nom, soit que le nom soit inscrit dans un billet cacheté. Dans ce cas, le billet ne sera ouvert, suivant l'usage, que si la pièce est couronnée.

Le prix consistera dans une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Les ouvrages ou Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er mars 1830.

Ce terme est de rigueur.

Grand Prix de Sciences naturelles.

L'Académie propose comme sujet du prix des Sciences naturelles, qui sera distribué dans la séance publique du premier lundi de juin 1830,

Une description, accompagnée de figures suffisamment détaillées, de l'origine et de la distribution des nerfs dans les poissons. On aura soin de comprendre dans ce travail au moins un poisson chondroptérygien, et, s'il est possible, une lamproie, un acanthoptérygien thoracique et un malacoptérygien abdominal.

Rien n'empêchera que ceux qui en auront la facilité ne multiplient les espèces sur lesquelles porteront leurs observations ; mais ce que l'on désire surtout, c'est que le nombre des espèces ne nuise pas au détail et à l'exactitude de leurs descriptions ; et un travail qui se bornerait à trois espèces, mais qui en exposerait plus complètement les nerfs, serait préféré à celui qui, embrassant des espèces plus nombreuses, les décrirait plus superficiellement.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er janvier 1830.

Ce terme est de rigueur.

Grand Prix de Sciences naturelles,

Proposé en 1825 *pour l'année* 1827, *remis au concours pour l'année* 1829.

L'Académie avait proposé le sujet suivant, pour le prix de Physique qu'elle devait décerner dans sa séance publique de juin 1827 :

Présenter l'histoire générale et comparée de la circulation du sang dans les quatre classes d'animaux vertébrés, avant et après la naissance, et à différens âges.

Aucune des pièces envoyées au concours n'ayant obtenu le prix, l'Académie propose de nouveau le même sujet pour l'année 1829.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829. Les Mémoires devront

être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Grand Prix de Mathématiques.

L'Académie avait proposé pour sujet du prix de Mathématiques qu'elle devait adjuger dans cette séance, d'*examiner dans ses détails le phénomène de la résistance des fluides, en déterminant avec soin, par des expériences exactes, les pressions que supportent séparément un grand nombre de points convenablement choisis sur les parties antérieures, latérales et postérieures d'un corps, lorsqu'il est exposé au choc de ce fluide en mouvement, et lorsqu'il se meut dans le même fluide en repos; mesurer la vitesse de l'eau en divers points des filets qui avoisinent le corps; construire sur les données de l'observation les courbes que forment ces filets; déterminer le point où commence leur déviation en avant du corps; enfin établir, s'il est possible, sur les résultats de ces expériences, des formules empiriques que l'on comparera ensuite avec l'ensemble des expériences faites antérieurement sur le même sujet.*

L'Académie n'a pu décerner ce prix à aucune des pièces qui ont été envoyées au concours précédent. Toutefois, la même question de la résistance des fluides n'est point exclue de celles qui pourraient être traitées pour le concours actuel. Cette question est nommément comprise parmi les diverses autres recherches mathématiques auxquelles le prix pourra être adjugé, conformément à l'énoncé du présent programme du grand

prix de mathématiques proposé pour les années 1828 et 1829.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du mois de juin 1830.

Les ouvrages ou Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er mars 1830.

Ce terme est de rigueur.

Grand Prix de Mathématiques,

Proposé en 1824 *pour l'année* 1826, *remis au concours pour* 1827, *et une seconde fois pour l'année* 1829.

Le prix relatif au calcul des perturbations du mouvement elliptique des comètes n'ayant point été décerné,

L'Académie propose le même sujet dans les termes suivans : *Elle appelle l'attention des Géomètres sur cette théorie, afin de donner lieu à un nouvel examen des méthodes, et à leur perfectionnement. Elle demande en outre qu'on fasse l'application de ces méthodes à la comète de* 1759, *et à l'une des deux autres comètes dont le retour périodique est déjà constaté.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi du mois de juin 1829. Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Prix fondé par feu M. Alhumbert.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts à décerner alternativement, chaque année, un prix de cette valeur.

L'Académie n'ayant point reçu de Mémoires satisfaisans sur les questions mises au concours, et dont les prix devaient être adjugés cette année, a arrêté que les sommes destinées à cet emploi seront réunies avec celles qui doivent échoir, pour former un prix de 1200 francs, lequel sera décerné, dans la séance publique du mois de juin 1829, au meilleur Mémoire sur la question suivante :

Exposer d'une manière complète, et avec des figures, les changemens qu'éprouvent le squelette et les muscles des grenouilles et des salamandres dans les différentes époques de leur vie.

Les Mémoires devront être envoyés, francs de port, au Secrétariat de l'Académie avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Les Mémoires et machines relatifs aux prix ci-dessus devront être adressés, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise, qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies.

Prix d'Astronomie,

Fondé par M. de Lalande.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, ou le Mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, sera décernée dans la séance publique du premier lundi de juin 1829.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *six cent vingt-cinq francs*.

Prix de Physiologie expérimentale,

Fondé par M. de Montyon.

Feu M. le baron de Montyon a offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu fût affecté à un prix de physiologie expérimentale à décerner chaque année; et le Roi ayant autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818,

L'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *huit cent quatre-vingt-quinze francs* à l'ouvrage imprimé, ou manuscrit, qui lui aura été adressé d'ici au 1er janvier 1829, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Les auteurs qui désireraient concourir pour ce prix, sont invités à adresser leurs ouvrages, francs de port, au Secrétariat de l'Académie avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Le prix sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829.

Prix de Mécanique,

Fondé par M. de Montyon.

M. de Montyon a offert une rente de *cinq cents francs* sur l'Etat, pour la fondation d'un prix annuel, autorisé par une ordonnance royale du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences.

L'Académie a décidé, sur l'avis de sa Commission, qu'il n'y a point encore lieu cette année de décerner ce prix. En conséquence, il sera réuni avec ceux de 1826, 1827 et 1828, pour être donné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829.

Ce prix sera une médaille d'or de la valeur de *deux mille francs*.

Il ne sera donné qu'à des machines dont la description, ou les plans ou modèles, suffisamment détaillés, auront été soumis à l'Académie, soit isolément, soit dans quelque ouvrage imprimé, transmis à l'Académie.

L'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix, à communiquer les descriptions manuscrites ou imprimées de leurs inventions, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Prix divers du legs Montyon.

Conformément au testament de feu M. le baron Auget de Montyon, et aux ordonnances royales du 29 juillet 1821 et du 2 juin 1824, la somme annuelle résultant des legs dudit sieur baron de Montyon pour récompenser les perfectionnemens de la médecine et de la chirurgie, sera employée, pour moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie royale des Sciences à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant pour objet le traitement d'une maladie interne, seront jugés les plus utiles à l'art de guérir; et l'autre moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par la même Académie à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant eu pour objet le traitement d'une maladie externe, seront également jugés les plus utiles à l'art de guérir.

La somme annuelle provenant du legs fait par le même testateur en faveur de ceux qui auront trouvé les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre, sera également employée en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie aux ouvrages ou découvertes qui auront paru dans l'année sur les objets les plus utiles et les plus propres à concourir au but que s'est proposé le testateur. Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés ne peuvent être indiqués d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais les libéralités du fondateur et les ordres du Roi ont donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable; en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils

auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus ; soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Les concurrens pour l'année 1828 sont invités à adresser leurs ouvrages, leurs Mémoires, et, s'il y a lieu, les modèles de leurs machines ou de leurs appareils, francs de port, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1829.

Le jugement de l'Académie sera annoncé à la séance publique du premier lundi du mois de juin de l'année 1829.

Prix de Statistique,

Fondé par M. de Montyon.

Parmi les ouvrages composés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'année suivante. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrits, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés dans le cours de l'année, seraient adressés au Secrétariat de l'Institut : sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits de ses membres résidens.

Afin que les recherches puissent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il paraît d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale, en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet

appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume ou des colonies.

Les Mémoires manuscrits, destinés au concours de l'année 1828, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut, *francs de port*, et remis avant le 1er janvier 1829; ils peuvent porter le nom de l'auteur, ou ce nom peut être écrit dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Quant aux ouvrages imprimés, il suffit qu'ils aient été publiés dans le courant de l'année 1828, et qu'ils aient été adressés à l'Académie avant l'expiration du délai indiqué. Le prix consistera en une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829.

RAPPORT *de MM.* D'Arçet *et* Chevreul *sur un Mémoire de M.* Douné, *ayant pour titre* : De l'Emploi de l'Iode et du Brôme comme réactifs des alcalis végétaux; *et Considérations sur l'usage des réactifs en général.*

M. DOUNÉ, étudiant en médecine, pensant qu'il serait d'une grande utilité d'avoir des moyens faciles de distinguer les alcalis végétaux les uns des autres, a présenté à l'Académie un Mémoire dont l'objet principal est de prouver qu'on peut arriver à ce but, en employant l'iode et le brôme *d'une certaine manière*. En conséquence il considère *ces corps comme les véritables*

réactifs des alcalis végétaux, et comme pouvant servir à les distinguer les uns des autres, presqu'aussi facilement qu'on reconnaît les corps minéraux par les moyens connus.

L'Académie nous a chargés, M. Darcet et moi de lui rendre compte de ce travail ; en nous acquittant aujourd'hui du devoir qu'elle nous a imposé, nous demandons la permission de lui soumettre quelques réflections sur l'emploi des réactifs en général, et sur leur emploi en particulier dans des cas de médecine légale : ce sujet a le double intérêt de se rattacher à la philosophie chimique et à la législation criminelle. Mais auparavant nous exposerons les procédés de M. Douné avec leurs résultats.

M. Douné fait réagir sur les alcalis végétaux l'iode, ainsi que le brôme à l'état de vapeur, de la manière suivante.

Il met 1 ou 2 grains de chaque alcali végétal sur de petites cartes dont les bords sont relevés ; il les place dans une assiette à côté d'une capsule contenant de l'iode ou du brôme. Il recouvre l'assiette d'une cloche qu'il entoure de sable. Peu à peu la vapeur d'iode ou de brôme, en agissant sur les alcalis, les colore diversement. A une température de 15° à 20°, l'expérience dure une demi-heure en opérant avec l'iode, et un quart d'heure en opérant avec le brôme.

L'auteur a répété ses expériences devant nous, et les résultats ont été comparés avec ceux qu'il avait obtenus quelques jours auparavant en opérant chez lui ; nous désignerons ces derniers par *résultats de la première série*, et les autres par *résultats de la seconde série* ;

mais au lieu de présenter avec l'auteur les résultats d'une même série séparément pour chaque espèce d'alcali, nous réunirons en groupes ceux que nous n'avons pas jugé être assez tranchés pour être distingués les uns des autres avec quelque certitude.

Réaction de la vapeur d'iode sur les alcalis végétaux.

Les résultats des deux séries peuvent se classer en quatre groupes.

		Ire Série.	IIe Série.
1er groupe.	picrotoxine.	incolore.	incolore.
2e groupe.	strychnine.	jaune légèrement citrin.	jaune légèrement citron.
	cinchonine.	jaune légèrement roux.	
3e groupe.	brucine. morphine. vératrine. quinine.	jaune plus brun que celui du 4e groupe de la 2e série.	jaune légèrement roux.
4e groupe.	émétine. narcotine. delphine.	rouge-brun.	jaune-brun.

Conséquences. Les groupes correspondans des deux séries sont composés des mêmes espèces d'alcalis, et on ne se trompera pas relativement aux espèces qui forment chacun d'eux en disposant ces espèces d'après l'intensité respective des couleurs qu'elles ont prises par la réaction de l'iode ; mais puisque, dans la première série, la couleur de la strychnine et de la cinchonine est identique avec celle de la brucine, de la morphine, de la vératrine, de la quinine dans la seconde série, *les grou-*

pes ne peuvent être caractérisés par une couleur absolument constante.

Réaction de la vapeur de brôme sur les alcalis végétaux.

		Ire Série.	IIe Série.
1er groupe.	picrotoxine.	incolore.	incolore.
2e groupe.	morphine.	jaune légèrement orangé ;	jaune plus légèrement orangé.
	cinchonine.	jaune légèrement citron.	jaune plus léger. citrin, que dans la 1re série.
3e groupe.	strychnine. quinine. narcotine.	jaune orangé.	jaune orangé plus léger.
4e groupe.	vératrine.	roux-verdâtre léger.	roux moins verdâtre plus léger.
5e groupe.	delphine.	gris-roussâtre verdâtre.	gris-roux.
6e groupe.	émétine.	gris-roussâtre, plus verdâtre que la delphine.	gris-brun verdât.
7e groupe.	brucine.	rouge-brun.	couleur de brique.

Conséquences. Si les groupes sont plus nombreux, ou, en d'autres termes, si les différences sont plus marquées entre les divers alcalis, quand on opère avec le brôme, que quand on opère avec l'iode, et si sous ce rapport les différences sont plus spécifiques dans le premier cas que dans le second ; cependant il faut convenir que les couleurs ne sont pas absolument identiques dans

les deux séries, et que les couleurs ne sont point assez distinctes les unes des autres pour servir seules de caractères spécifiques.

Réaction de la vapeur du chlorure d'iode sur les alcalis végétaux.

Ire Série.

1er groupe.	picrotoxine.	incolore.
2e groupe.	strichnine.	jaune-verdâtre.
	cinchonine.	jaune moins verdâtre.
	quinine.	jaune légèr. orangé.
3e groupe.	vératrine. brucine. morphine.	jaune-rougeâtre.
4e groupe.	émétine. delphine.	gris-roux verdâtre,
5e groupe.	narcotine.	rouge de brique.

IIe Série.

1er groupe.	picrotoxine.	incolore.
2e groupe.	strychnine. cinchonine. quinine.	jaune léger.
3e groupe.	vératrine. brucine. morphine.	jaune légèr. roux.
4e groupe.	émétine.	gris-roux verdâtre.
5e groupe.	delphine.	gris-verdâtre.
6e groupe.	narcotine.	jaune de brique.

Conséquences. Elles sont analogues aux précédentes, sauf que dans la seconde série les couleurs de l'émétine et de la delphine étaient trop différentes pour qu'on pût se résoudre à les ranger dans un même groupe.

L'auteur a encore essayé de distinguer les alcalis végétaux en mettant sur une assiette de porcelaine ou de faïence blanche une goutte de leurs solutions alcooliques avec une goutte de solution alcoolique d'iode ou d'acide

hydriodique, puis laissant évaporer l'alcool et observant les couleurs des résidus après vingt-quatre heures. Ces couleurs varient du jaune-rougeâtre au jaune-brun.

En soumettant au même genre d'essai les solutions alcooliques d'alcalis végétaux mêlés avec le brôme, il a trouvé que la brucine laisse une tache qui prend, après quelques heures, une belle couleur violette. Des substances essayées par l'auteur, elle est la seule qui présente ce phénomène.

Tirons maintenant plusieurs conséquences des faits que nous venons de rapporter.

1°. Excepté peut-être la brucine qui devient violette quand on mêle sa solution alcoolique avec une goutte de brôme, et qui, sous ce rapport diffère beaucoup des autres alcalis végétaux, il n'est aucun de ces corps qu'on puisse distinguer des autres en n'employant qu'un seul des réactifs prescrits par M. Douné, les couleurs produites ayant trop d'analogie les unes avec les autres; et, ce qui rend cette distinction plus difficile ce sont les observations que nous avons faites dans l'intention de savoir ce que les différences deviendraient en prolongeant l'action de la vapeur d'iode au delà d'une demi-heure. Nous avons vu que les alcalis prennent alors une couleur brune et que quelques-uns se liquéfient (1).

2°. Les groupes que nous avons établis d'après la couleur que chaque alcali a prise sous l'influence de l'iode, du brôme, du chlorure d'iode, qui ont réagi pendant une demi-heure au plus, ne peuvent être caractérisés par

---

(1) Nous n'avons pas étudié davantage ces phénomènes, dans l'espérance que M. Douné en approfondirait l'étude.

une couleur constante, *mais ils peuvent être distingués jusqu'à un certain point cependant*, d'après cette considération que les alcalis qui se colorent le plus dans une série d'expériences faites sur les dix substances dont M. Donné s'est servi, se coloreront le plus dans une nouvelle série d'expériences où l'on emploira le même réactif. Mais la couleur que certains alcalis auront prise dans un cas pourra différer de celle que les mêmes alcalis auront prise dans l'autre cas; et nous ajouterons que nos groupes sont loin d'être parfaitement tranchés ou d'être établis d'une manière rationnelle lorsqu'on a égard au seul caractère de la couleur : par exemple, la morphine et la cinchonine, exposées à la vapeur du brôme, sont devenues, la première, d'un jaune-orangé, la seconde d'un jaune-citron. Nous les avons réunies, parce que les couleurs qu'elles ont prises sont peu foncées en comparaison de celles des autres alcalis; mais il est sûr que la couleur de la morphine se rapproche plus de celle de la narcotine, de la strychnine, de la quinine placées dans notre troisième groupe, que de la couleur de la cinchonine que nous avons placée avec la morphine dans le second groupe.

3°. En prenant en considération à la fois les résultats obtenus avec l'iode et le brôme, on pent distinguer quelques alcalis : par exemple, l'émétine de la narcotine et de la delphine; en effet, si ces trois substances passent au rouge-brun ou au jaune-brun par l'iode, ou plutôt si elles deviennent plus foncées en couleur que les autres alcalis essayés en même temps qu'elles, on voit, en les soumettant à l'action du brôme, que la narcotine ne prend qu'une couleur jaune-orangée, sensiblement plus

pâle que la couleur roussâtre de l'émétine et de la delphine essayées par le même réactif. Malheureusement on ne peut distinguer de cette manière qu'un très-petit nombre d'alcalis, par la raison qu'en général ceux qui se colorent le plus par un réactif se colorent le plus par un autre, et que, dans tous les cas, les couleurs ont la plus grande analogie entre elles, comme nous l'avons déjà dit.

4°. D'après les faits précédens, nous ne pouvons admettre, avec l'auteur, *que le brôme et l'iode sont les véritables réactifs des alcalis végétaux*, *et qu'ils peuvent servir à les distinguer les uns des autres presqu'aussi facilement qu'on reconnaît les corps minéraux par les moyens connus*, et c'est relativement à ces assertions que nous croyons devoir entrer dans quelques considérations sur les réactifs et leur emploi, et les inductions qu'on doit tirer des phénomènes qu'ils présentent.

Lorsque deux corps *a* et *b* donnent lieu, par leur action réciproque, à un phénomène remarquable facile à constater, on dit en général que l'un est le réactif de l'autre, et par là on doit entendre que si une matière de nature inconnue produit ce phénomène lorsqu'elle sera mise en contact avec le corps *a*, *on en conclura que très-probablement* elle contient le corps *b*. Nous disons *très-probablement*, parce que ne connaissant pas tous les corps de la nature, il est possible que le phénomène que l'on sait aujourd'hui n'être produit que par l'action mutuelle de *a* et de *b*, s'observe demain comme résultant de l'action de *a* sur un corps *c*, dont jusque là l'existence avait été ignorée. Il y aurait le même incon-

vénient à vouloir caractériser un corps par un réactif que par une seule propriété physique, quelque remarquable qu'elle soit. Par exemple, avant qu'on connût l'iode, la propriété de se réduire en vapeur pourpre-violette distinguait l'indigotine de tous les autres corps ; or, en se bornant à constater cette propriété dans une substance, pour en conclure ensuite qu'elle est de l'indigotine ou qu'elle en contient, on risquait de se tromper en attribuant à la présence de ce principe colorant un phénomène qui pouvait être dû à de l'iode.

Il faut distinguer deux circonstances principales dans l'usage des réactifs :

1°. Celle où on sert de ces agens pour reconnaître une espèce de corps isolée de toute autre matière, ou, ce qui revient au même, pour définir ou caractériser cette espèce par une propriété facile à constater ;

2°. Celle où on s'en sert pour reconnaître dans une matière complexe qu'on examine, la présence d'une espèce de corps qui a été préalablement caractérisée par un phénomène qu'elle produit avec un réactif.

Mais en examinant l'emploi des réactifs dans chacune de ces circonstances, nous traiterons d'abord du cas où la matière soumise à leur action est de nature inorganique, et ensuite du cas où elle est de nature organique : ainsi nous procéderons du simple au composé ; car les indications des réactifs sont bien plus difficiles à tirer dans le dernier cas que dans le premier.

Pemière circonstance de l'emploi des réactifs pour reconnaître des espèces isolées.

A. *Dans la Chimie minérale.*

L'emploi des réactifs pour reconnaître une espèce de corps inorganique, se borne en général à former une combinaison du réactif avec l'espèce à déterminer, soit que cette epèce soit libre, soit qu'elle-même soit engagée dans une combinaison définie; et comme les combinaisons inorganiques, binaires ou ternaires, sont assez bien déterminées, il est facile de reconnaître si la combinaison qu'on a formée possède les propriétés principales de celle qu'on s'est attendu à produire avec le réactif dont on s'est servi.

B. *Dans la Chimie organique.*

La valeur des indications que l'on tire de l'action des réactifs pour distinguer des principes immédiats organiques est loin d'être égale pour tous les réactifs et tous les principes immédiats. En effet, les phénomènes remarquables produits par les réactifs peuvent être :

1°. Le résultat d'une décomposition profonde qui met un élément à nu, comme cela arrive lorsque l'acide sulfurique agit en développant une couleur noire, provenant d'une séparation de carbone;

2°. Le résultat d'une décomposition qui n'est pas aussi profonde que dans le cas précédent; cette décomposition donne lieu à un corps doué de propriétés remarquables : tel est le principe rouge développé par la réaction de l'acide nitrique sur l'acide urique; tel est l'acide mu-

cique développé par la réaction du même acide sur le sucre de lait et la gomme arabique.

3°. Le résultat de la combinaison du réactif avec le principe immédiat; et dans ce cas la combinaison est douée de quelques propriétés plus ou moins remarquables faciles à constater.

Examinons maintenant ces trois genres de résultats sous le point de vue de la valeur qu'ils ont pour la distinction spécifique des principes immédiats.

Les résultats du premier genre sont vagues, car ils ne démontrent essentiellement qu'une chose; c'est que le principe immédiat, soumis à l'action du réactif, contenait un certain élément, le carbone par exemple; or, comme ce corps se rencontre dans tous ou presque tous ces principes, sa séparation ne peut jamais être spécifique; mais par la raison que l'acide sulfurique ne sépare pas du carbone de tous les principes immédiats, son indication est utile quand il s'agit de prononcer entre des substances dont une seule noircit par l'acide sulfurique.

Les résultats du second genre peuvent être d'autant plus spécifiques que les corps de nouvelle formation sont d'une nature plus complexe; car plus le poids du corps qui résulte de l'altération d'un principe immédiat est près d'égaler le poids de la substance d'où il provient, plus ce corps est doué de propriétés tranchées, moins il y a de principes immédiats susceptibles de le produire, et mieux le principe d'où il provient est caractérisé par ce corps; cependant ces caractères ne peuvent jamais être considérés comme spécifiques, puisque, résultant de

la décomposition de matières organiques dont la plupart ont une composition élémentaire très-analogue, on peut toujours concevoir que deux substances différentes donneront le même produit en s'altérant, quelque légère que soit d'ailleurs cette altération.

Il n'en est pas de même des résultats du troisième genre; ceux-ci n'appartiennent réellement qu'à l'espèce: car il est évident que, quelqu'analogues que soient deux combinaisons, elles ne peuvent jamais être confondues ensemble; il y a toujours des propriétés qui les distinguent; seulement, lorsqu'on établit une espèce, ou lorsqu'on veut en distinguer une déjà connue, il faut rechercher parmi les combinaisons qu'elle forme, la combinaison qui présentera les caractères les plus tranchés et les plus faciles à constater. Si on est assez heureux pour atteindre ce but, si d'ailleurs la combinaison est telle qu'elle puisse s'isoler des matières étrangères auxquelles l'espèce qu'on définit pourrait être mêlée, et d'un autre côté, si la combinaison isolée est susceptible d'être réduite à l'espèce pure qu'on a unie avec le réactif employé, l'on aura obtenu le résultat le plus satisfaisant, celui qui se rapproche le plus de ce qu'on obtient lorsqu'en opérant sur des matières minérales, on a précipité d'une dissolution, au moyen d'un réactif, une espèce bien définie qui s'y est unie. Or, connaissant les propriétés de cette combinaison, ou, dans le cas où on l'observerait pour la première fois, connaissant la nature du réactif employé, il est toujours facile de parvenir à déterminer le corps qui s'y est combiné. L'utilité du réactif n'est donc pas bornée à former une certaine combinaison, mais encore à isoler un corps qu'il

est aisé ensuite d'étudier en le séparant de son précipitant.

Les considérations précédentes prouvent que des distinctions fondées sur des réactifs ne sont bien établies, qu'autant que l'on peut assigner la nature des résultats de leur action, et si les réactifs ne se sont pas unis à des espèces non altérées, il faut savoir s'il y a des corps susceptibles de donner les mêmes résultats, afin que, par des expériences ultérieures, on puisse distinguer chacun de ces corps les uns des autres.

2[e] *Circonstance de l'emploi des réactifs pour reconnaître une espèce unie ou mélangée avec plusieurs autres.*

A. *Dans la Chimie minérale.*

L'emploi des réactifs dans la circonstance où on recherche une espèce dans une matière minérale composée dont on ignore la nature, quoiqu'exigeant plus de précautions que dans la première circonstance, ne présente cependant jamais de grandes difficultés, parce qu'il est toujours possible, au moyen d'expériences préliminaires, de faire agir le réactif sur une matière moins complexe que celle qu'on examine, et que dès-lors on parvient le plus souvent à former avec le réactif une combinaison définie qui s'isole par le fait même de l'épreuve de toute substance étrangère à sa nature; mais parce qu'il est possible que deux substances différentes aient une propriété commune, il faut soumettre la combinaison isolée à des expériences ultérieures pour constater si elle contient réellement l'espèce de corps qu'on s'est proposé de rechercher au moyen du réactif dont on a fait

usage. Par exemple, recherche-t-on la présence de l'acide sulfurique par le nitrate de baryte ou celle du cuivre par l'hydro-cyano-ferrate de potasse dans des dissolutions, il est aisé de reconnaître par des expériences ultérieures, si le précipité qu'on a obtenu dans le premier cas est du sulfate de baryte, ou si celui qu'on a obtenu dans le second est de l'hydro-cyano-ferrate de cuivre; car le sulfate de baryte est insoluble dans l'acide hydrochlorique étendu, et quand il a été rougi pendant un temps suffisant avec le charbon, il est entièrement converti en sulfure de barium facile à reconnaître; l'hydro-cyano-ferrate de cuivre est caractérisé par sa couleur et par le résidu de sa calcination, qui est un mélange d'oxides de fer et de cuivre, dont il est aisé de constater la nature. D'un autre côté, si les précipités obtenus étaient produits par un autre acide que le sulfurique, par un autre métal que le cuivre, les connaissances que nous avons des sels de baryte et des hydro-cyano-ferrates insolubles, nous mettraient bientôt sur la voie de découvrir et l'acide et le métal qui ont été précipités par les réactifs employés; enfin, si les précipités contenaient des corps nouveaux, il est peu de chimistes exercés qui ne s'en aperçussent bientôt.

B. *Dans la Chimie organique.*

Si, lorsqu'on emploie des réactifs pour distinguer des espèces à l'état de pureté, il est nécessaire, pour apprécier la valeur de ces distinctions, de connaître les résultats de l'action des corps qu'on a mis en présence, on sent que lorsqu'on voudra prescrire l'usage d'un réactif pour rechercher dans une matière organique

complexe une espèce qui a été caractérisée par un certain phénomène qu'elle produit avec ce même réactif, il faudra avant tout savoir le degré de certitude qu'on doit tirer de l'épreuve, en supposant qu'elle soit conforme à ce qu'on en attendait; autrement on ignorerait le genre de contrôle à faire subir au résultat qu'elle a donné, contrôle nécessaire pour changer la probabilité de l'indication du réactif en certitude. Les causes d'erreur ou au moins les causes d'incertitude sont bien plus difficiles à éviter dans cette recherche que dans celle où l'on opère sur des matières inorganiques. En effet, lorsque, dans la recherche des espèces organiques, vous employez un réactif que vous savez agir en altérant celle que vous pensez rencontrer, quelque remarquable que soit le phénomène que vous observez, il faut toujours soumettre la matière à un examen ultérieur pour contrôler l'indication du réactif, et, dans ce cas, vous ne pouvez remonter de l'espèce organique altérée par le réactif à ce qu'elle était originairement, comme vous en avez la faculté, lorsque vous avez obtenu d'une analyse minérale un corps dans un état différent de celui où il existait dans la matière d'où il a été extrait, ainsi que vous le faites, par exemple, en séparant du cuivre d'un sel cuivreux au moyen du fer. Cette différence dans les résultats tient à ce que dans la chimie minérale les mêmes élémens unis dans les mêmes proportions donnent des composés le plus souvent identiques par toutes leurs propriétés, ou s'ils diffèrent, ce n'est que par la forme cristalline et par les propriétés qui dérivent de l'agrégation des mêmes atomes composés; et en outre on a étudié un si grand nombre d'espèces inorganiques, et

avec une telle précision, que des corps simples étant retirés d'une de ces espèces, et leurs proportions respectives étant connues, on peut, dans la plupart des cas au moins, se représenter avec une exactitude suffisante le genre, et souvent même l'espèce de combinaison qu'ils formaient. Il n'en est plus de même pour les espèces organiques; d'abord la plupart de ces espèces ne sont composées que d'oxigène, de carbone et d'hydrogène, ou bien de ces trois élémens et d'azote; et l'arrangement des mêmes élémens unis dans les mêmes proportions ou dans des proportions si rapprochées que les différences ne peuvent être appréciées par nos moyens actuels d'analyse, exerce tant d'influence, que des corps qui se ressemblent ainsi par leur composition élémentaire, exercent cependant sur nos organes des actions très-différentes. On ne peut donc, dans la plupart des cas au moins, remonter avec quelque certitude à la composition d'une espèce organique, les élémens de cette espèce et leurs proportions étant donnés; ajoutons que les espèces de cette nature sont bien moins connues que les autres, soit qu'on ait égard au nombre, soit qu'on ait égard à leurs propriétés. On voit, d'après cela, que l'emploi des réactifs qui agissent en changeant l'arrangement des atomes ou la composition élémentaire dans les espèces organiques ne donne jamais de résultats certains, mais des indications seulement. Reste à examiner les réactifs qui agissent en se combinant simplement à une espèce organique sans en changer la composition : tout ce qu'on peut dire de général relativement à leur emploi, c'est de les faire agir, dans la plupart des cas au moins, non point sur la matière

complexe dans laquelle on recherche une espèce, mais sur les différentes substances en lesquelles cette matière a été réduite lorsqu'on l'a traitée au moyen de l'eau, de l'alcool, etc., etc.

L'usage des réactifs en médecine légale pour reconnaître la nature d'une matière qu'on soupçonne être le résidu de l'évaporation de quelque liquide animal, comme du sang, du lait, etc., est lié trop étroitement à ce qui précède pour que nous n'en parlions pas. Assurément il importe beaucoup aux tribunaux que l'on cherche des moyens faciles, tels qu'on peut espérer d'en trouver parmi les réactifs; pour constater la nature d'une tache qui se trouve sur un objet quelconque qu'on a soumis à l'expertise de chimistes, puisque la quantité de matière est presque toujours trop petite pour être soumise à une analyse proprement dite; mais comment arriver à ce but sans se laisser égarer par des moyens qui présentent assez souvent de l'incertitude dans leurs résultats? C'est ce que nous allons essayer d'indiquer, en nous bornant toutefois aux généralités.

Les premières choses à déterminer sont :

1°. La nature des principes immédiats qui constituent le liquide ou la matière que l'on veut soumettre à un réactif, et on doit s'efforcer de reconnaître non-seulement la composition normale de cette matière, mais encore sa composition anormale, c'est-à-dire reconnaître si la matière n'est pas susceptible de contenir d'autres principes que ceux qui la constituent essentiellement, et s'il n'y a pas des cas où elle est dépourvue de quelqu'un de ces derniers;

2°. L'action de ce réactif sur chacun des principes qui

la constituent ou qui peuvent s'y trouver, et bien entendu que cette action doit être envisagée d'après les vues exposées plus haut;

3°. L'action du réactif sur le liquide même et sur le résidu de son évaporation, afin de voir si les phénomènes qu'on observe dans ces deux cas, sont conformes avec ceux produits par le même réactif et les principes immédiats qu'on a soumis séparément à son contact.

4°. Enfin les changemens qu'un temps déterminé d'exposition de la matière aux agens atmosphériques, etc. est susceptible d'apporter à l'action du réactif.

Les conséquences à tirer de ces connaissances sont toutes simples.

Les principes immédiats des matières à examiner étant déterminés, sachant la valeur des indications fournies par les réactifs qu'on peut employer pour les reconnaître, on saura tout de suite ce qu'on doit faire pour discuter et contrôler ces indications. Connaissant les principes immédiats qui constituent essentiellement une matière, on saura qu'il faudra, pour démontrer l'existence de cette matière quelque part, avoir trouvé tous ces mêmes principes; c'est donc vers ce but qu'il faudra tendre constamment. Par exemple, s'agit-il de reconnaître si une matière donnée est du sang? Il faudra y chercher la fibrine, l'albumine, le principe colorant rouge et le fer, et la démonstration ne sera complète qu'autant qu'on aura retrouvé chacune de ces substances; mais aucun autre liquide animal ne contenant de principe colorant rouge du sang, et l'albumine et la fibrine et le fer se retrouvant dans différentes matières animales, il faudra donner une attention toute particulière à constater la



présence du principe rouge, et pour cela il faudra l'examiner comparativement avec d'autres principes colorans organiques.

Essayons de prouver combien la marche que nous venons de tracer est préférable à celle qui consiste à procéder d'une manière toute contraire; par exemple, on prend un réactif et on voit qu'il produit avec un liquide qu'on veut distinguer d'un autre, un phénomène plus ou moins remarquable qu'il ne produit pas avec le second. Ne connaissant pas l'action du réactif sur chacun des principes immédiats des liquides, vous ne savez auquel de ces pricipes rapporter le phénomène observé, et deux causes d'incertitude se présentent;

1°. Ne sachant si le phénomène résulte d'une altération ou d'une combinaison, vous ne pouvez apprécier la valeur de l'indication du réactif;

2°. Ignorant quel est le principe immédiat qui produit le phénomène observé, vous ne pouvez avoir une certitude complète que ce principe soit essentiel au liquide que vous voulez caractériser, et en outre qu'il ne se trouve jamais dans le liquide que vous avez comparé au premier; dès-lors l'indication du réactif est très-vague : à la vérité il est possible de lui donner quelque précision, si vous démontrez sur un grand nombre d'échantillons des deux liquides pris sur des individus qui diffèrent par le sexe, l'âge, etc., que l'un présente constamment le phénomène, tandis que l'autre ne le présente pas.

Nous avons pensé que les considérations précédentes étaient indispensables pour faire apprécier à leur juste valeur les indications que l'on peut tirer des réactifs

appliqués aux matières organiques. Nous espérons qu'elles engageront les jeunes médecins qui se livrent à l'étude de la chimie dans la vue de perfectionner la médecine légale, à approfondir la composition immédiate des matières qu'ils veulent distinguer les unes des autres par des moyens faciles, avant de publier des résultats qui, par là même qu'ils sont faciles à constater, pourraient égarer ceux qui leur accorderaient une précision qu'ils ne peuvent recevoir que d'une discussion approfondie basée sur les mêmes considérations ; il nous semble qu'un livre utile serait un traité des réactifs, où chacun de ces instrumens d'analyse serait examiné et relativement aux substances qu'il doit faire connaître, et relativement à celles qui peuvent masquer ou compliquer les indications du réactif, et enfin où on exposerait avec les détails suffisans le contrôle à faire subir à chacune de ces indications.

Conclusions du Rapport.

En définitive, on voit que, pour affirmer avec raison que des réactifs employés à reconnaître des espèces organiques peuvent servir à les distinguer les unes des autres presqu'aussi facilement qu'on reconnaît les espèces inorganiques, il faut auparavant s'être assuré que les phénomènes produits par des réactifs sur les premières résultent de la combinaison des corps qui sont en présence : or, c'est ce que n'a pas fait l'auteur ; tout ce qu'il rapporte, à ce sujet, se réduit à soupçonner qu'il y a une action chimique entre les alcalis végétaux et les réactifs avec lesquels il les a mis en contact, et en outre

les observations qu'il a faites ne se rapportent pas à des phénomènes accomplis, puisqu'en prolongeant la durée des expériences les résultats varient; cette circonstance ajoute encore au défaut de précision qui provient de l'ignorance où on est de la nature de l'action des corps.

Quoi qu'il en soit, si M. Donné n'a pas atteint le but qu'il s'était proposé, cependant son travail n'est pas sans mérite, et plusieurs de ses observations sont intéressantes; ses expériences ont été faites avec soin et décrites avec toute la bonne foi possible : d'un autre côté, si on prend en considération la nouveauté du sujet, les difficultés qu'il faut surmonter pour le traiter complètement; si on prend en considération que ce travail est le début de l'auteur dans la carrière expérimentale, nous pensons que l'Académie jugera avec nous que l'on doit savoir gré à M. Donné de ses efforts, qu'on doit l'engager à déterminer l'action de l'iode et du brôme sur les alcalis végétaux et à comparer les résultats de cette action avec ceux que produisent les mêmes réactifs non-seulement sur les principes immédiats qui accompagnent les alcalis organiques dans les plantes, mais encore sur celles qui constituent les liquides animaux, ou plus généralement toutes les matières dans lesquelles on peut être conduit à rechercher la présence d'un poison de nature organique pour cause d'un procès criminel. Nous croyons devoir insister d'autant plus sur ce point, que l'auteur annonce à la fin de son Mémoire un travail dont l'objet est de distinguer par l'iode et l'acide hydriodique plusieurs matières animales.

ANALYSE *de deux Minéraux trouvés parmi les galets de mer, à Villers, arrondissement de Pont-l'Evêque, département du Calvados.*

PAR M. VAUQUELIN.

PENDANT mon voyage en Normandie, entrepris pour le rétablissement de ma santé, je ramassai, parmi les galets calcaires dont la plage est couverte, deux sortes de minéraux qui, par leur pesanteur, bien supérieure à celle des galets ordinaires, fixèrent mon attention.

L'un de ces minéraux est brun-jaunâtre à sa surface, gris-bleuâtre dans son intérieur, ayant une cassure compacte et serrée : l'autre est rouge-brun à l'extérieur, gris intérieurement, présentant une cassure grenue comme le grès ; dur, difficile à briser et usant l'acier, peut servir de pierre à aiguiser.

Tous deux soumis à la chaleur dans un vaisseau fermé prennent une couleur noire, et deviennent magnétiques ; le premier a perdu, dans cette opération, 32 pour 100, et le second 21. Ils font tous deux effervescence avec les acides, mais ils ne se dissolvent pas dans la même proportion. Curieux d'en connaître la composition, je les soumis, pendant mon séjour à la campagne, à quelques essais qui, quoiqu'imparfaits, suffirent cependant pour y démontrer une grande quantité de fer carbonaté ; depuis mon retour, je les ai examinés avec un peu plus de précision.

Cinq grammes du premier minéral, traités par l'acide hydro-chlorique, se sont dissous avec effervescence, et

n'ont laissé que 53 centigrammes de résidu noirâtre, qui, chauffé au rouge, a pris une teinte légèrement rosée, et a été réduit à 40 centigr.

La dissolution avait une couleur verte légèrement jaune; après l'avoir étendue d'eau, j'y ai fait passer un courant de chlore pour convertir le fer à l'état de peroxide; je l'ai ensuite précipité par l'ammoniaque et lavé à l'eau bouillante; cet oxide séché pesait 2 gr. 50 cent.

A la liqueur dont j'avais séparé le fer, j'ai mêlé de l'oxalate d'ammoniaque qui y a formé un précipité, lequel, calciné légèrement, a fourni 40 centigr. de carbonate de chaux. Le liquide dont la chaux avait été éliminée, ainsi qu'on vient de le dire, me donna, au moyen du phosphate de soude, et de quelques gouttes d'ammoniaque, un précipité blanc, qui fut reconnu pour du phosphate ammoniaco-magnésie, dont la quantité représentait 3 centigr. de magnésien.

Le résidu de ce minéral, insoluble dans l'acide hydrochlorique, était de la silice pure.

L'oxide de fer, obtenu comme il a été dit plus haut, traité au moyen de la potasse, n'a donné aucune trace d'alumine.

Quant à la couleur grise que présente la silice de ce minéral avant la calcination, je me suis assuré qu'elle est due à du charbon.

La mine de fer dont il s'agit est donc composée :

Sur cinq grammes :

1°. De fer oxidé	2g,500c ;
2°. De chaux carbonatée	0 ,400 ;
3°. De charbon	0 ,040 ;
4°. De magnésie carbonatée.........	0 ,015 ;
5°. D'acide carbonique et d'eau.....	1 ,560 ;
6°. Silice	0 ,490.
	4 ,995.

Si l'on peut compter sur les analyses chimiques qui passent pour les plus exactes et qui cadrent le mieux avec la théorie atomique, les 2,50 gr. de peroxide de fer doivent contenir 1,975 de protoxide, représentant 3,119 de carbonate de ce métal ; d'après cela, il y aurait 0,946 gr. d'eau dans 5 gr. de ce minéral, ou près d'un cinquième. Aussi, lorsqu'on soumet la mine à l'action de la chaleur dans une cornue de verre, l'on voit paraître dans le col de cet instrument des vapeurs qui s'y condensent en gouttes d'eau. Cette mine donnerait environ 35 pour 100 de fer.

Le second minéral ayant été analysé par les mêmes moyens que le premier, je me dispenserai de les reproduire ici ; je me contenterai seulement d'en exposer les résultats. Je crois cependant devoir noter une circonstance que l'autre minéral ne m'a pas offerte. L'acide carbonique, qui se développe pendant qu'il se dissout dans l'acide muriatique, a une odeur absolument semblable à celle de l'hydrogène provenant de la dissolution du fer ; ce qui me fit soupçonner qu'il contenait de l'hydrogène ;

mais cet acide s'étant dissout entièrement dans l'eau, cette odeur avait une autre cause :

Résultats sur 100 parties.

1°. Fer peroxidé....................	31,00 ;
2°. Silice..........................	42,50 ;
3°. Chaux...........................	0,20 ;
4°. Magnésie........................	3,40 ;
5°. Charbon, une trace.	
6°. Acide carbonique................	22,90.
	100,00.

Ce minéral fournirait environ 23 $\frac{1}{2}$ de fer par quintal ; mais il ne pourrait pas, lors même qu'il serait dans une localité convenable, être exploité avec avantage, à cause de la grande quantité de sable qui l'accompagne, et qui exigerait une masse de fondant considérable.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'une mine de de fer gréseuse, recueillie dans la forêt de Montmorency, contient exactement la même quantité de fer que celle-ci, mais ce fer y est hydraté et non carbonaté. Cependant, il est possible qu'originairement cette mine, peu dense et qui est presque à la surface du sol, fut à l'état de carbonate, et qu'avec le temps ce carbonate ait été décomposé par l'action simultanée de l'air et de l'humidité. L'oxigène, en effet, dégage l'acide carbonique du protoxide de fer en prenant sa place ; fait que je crois n'avoir jamais été exprimé : ce qu'il y a de certain, c'est que dans la mine de fer de Montmorency, l'oxigène et l'eau remplacent exactement en poids l'a-

cide carbonique qui se trouve dans celles dont je donne ici l'analyse.

L'état de maladie où j'étais, quand je ramassai ces minerais détachés par les vagues de la mer, ne me permit pas d'en rechercher le gîte; ils ne forment sans doute pas de couches continues, mais seraient-elles abondantes, le défaut de bois dans le pays s'opposerait à leur exploitation.

Examen *d'un Dépôt calcaire.*

Par M. Vauquelin.

Dans la paroisse de Saint-Maclou, arrondissement de Pont-Audemer, département de l'Eure, on a trouvé, en creusant les fondations d'un établissement de filature, un dépôt calcaire considérable, ayant une texture poreuse, présentant dans quelques-unes de ses parties, des ramifications en forme de stalactites de plus d'un pied de long et de grosseurs différentes, creuses dans le centre et fermées à l'une de leurs extrémités. La couleur de ces pierres est jaunâtre intérieurement, et d'un brun luisant à l'extérieur, comme certaines variétés de manganèse.

Ce dépôt se dissout dans les acides avec une effervescence très-écumeuse, comme s'il contenait un mucilage : cette écume, qui persiste long-temps, devient brune par la surface que frappe l'air. Sa dissolution dans l'acide nitrique est jaune, et contient des flocons demi-transparens de la même couleur.

Chauffé dans une cornue, dans le col de laquelle on avait mis une bande de papier de tournesol rougi par un acide, il a produit une vapeur qui a très-promptement bleui le papier. De l'eau, contenue dans une fiole où plongeait le bec de la cornue, a contracté des propriétés alcalines.

Pendant l'opération ci-dessus, il s'est exhalé une odeur empyreumatique très-marquée, et la matière restée dans la cornue a pris une couleur grise foncée. Il n'est donc pas douteux que le dépôt calcaire, dont il s'agit, ne contienne une quantité notable de matière animale.

Les flocons jaunes dont on a parlé plus haut, recueillis sur un filtre, ont pris, en séchant, une couleur brune foncée, semblable à celle que présente la surface de la pierre. Soumis à l'action de la chaleur, ces flocons ont produit du sous-carbonate d'ammoniaque accompagné d'huile fétide, comme les substances animales.

Une matière d'un noir foncé et brillant est restée dans la cornue. Chauffée avec le contact de l'air, elle a brûlé et a laissé une cendre d'un blanc jaunâtre qui était du phosphate de chaux.

Ces résultats confirment ceux que nous avons obtenus de l'autre part, savoir, que le dépôt calcaire contient une grande quantité de substances animales.

Je ne chercherai point à expliquer la présence de cette matière animale dans la pierre calcaire dont il s'agit; elle a sans doute la même origine que celle qui se rencontre dans la plupart des pierres de cette nature, parmi lesquelles on peut citer la pierre à bâtir des environs de Paris.

Le dépôt dont nous parlons paraît avoir été dissous dans l'eau à l'aide de l'acide carbonique, au moins sa forme de stalactites, les rudimens de cristallisation qu'il présente, semblent l'annoncer.

En supposant, comme cela est vraisemblable, que la matière de ce dépôt ait autrefois appartenu à des mollusques testacés, on a lieu toutefois de s'étonner comment la substance animale, dont il est pénétré, a pu se conserver aussi long-temps au milieu de l'eau avec toutes ses propriétés.

On ne peut se rendre raison de cette longue conservation autrement qu'en admettant que cette matière, enveloppée de toutes parts par la pierre calcaire, a été défendue du contact de l'air qui, comme on sait, est l'agent principal de la destruction de la substance organique. On peut employer cette pierre pour fabriquer de la chaux; elle ne demandera qu'une petite quantité de combustible en raison de sa porosité.

Sur *les Filières formées avec des pierres dures.*

On se sert avec succès, depuis quelque temps, de filières percées dans des pierres dures. M. Brockenden, qui a pris à ce sujet une patente en Angleterre, explique ainsi les avantages que ces filières présentent, comparées aux filières métalliques :

Les trous percés dans les gemmes prennent, quand on les use avec la poudre de diamant, un poli parfait; il résulte de là que la dorure des fils de cuivre et d'ar-

gent qu'on étire n'est jamais enlevée ; elle acquiert au contraire un éclat tout particulier.

La longueur de fil qu'on peut tirer à travers un trou pratiqué dans une plaque de métal sans que ce trou acquière une augmentation trop sensible de diamètre, n'est jamais de plus de $\frac{2}{3}$ de lieue. Quand cette longueur est dépassée, il faut casser le fil et prendre un nouveau trou : l'autre est devenu alors trop grand. L'augmentation graduelle du diamètre de la filière a le double inconvénient d'occasioner une perte sensible de la matière en général très-précieuse dont le fil est formé, et de nuire à la régularité du travail.

Un trou de $\frac{1}{300}$me de pouce de diamètre, percé dans un rubis, a servi à tirer un fil qui avait 266 lieues de long ; or, telle est la dureté de la pierre, l'inaltérabilité du trou, que les deux extrémités de ce long fil paraissaient avoir exactement le même diamètre : la différence n'était pas mesurable.

M. Brockenden est parvenu à percer dans des rubis et des saphirs, des trous qui n'avaient que $\frac{1}{120}$me de pouce de diamètre. Les fils dorés obtenus avec ces filières, ayant été ensuite aplatis, on put calculer que l'épaisseur de la couche d'or dont ils étaient revêtus, ne surpassait pas $\frac{1}{100000000}$me de pouce.

Le chrysoberyl, le rubis et le saphir sont les pierres dont M. Brockenden a obtenu les meilleurs résultats. Les diamans ont été rejetés à cause de la difficulté de polir les trous.

(*The Quarterly Journal, new series*, n° 2.)

SUR *un Phénomène de température observé dans les usines à gaz.*

LES vases en cuivre dont on se sert en Angleterre dans les manufactures de gaz portatif comprimé, sont des cylindres de deux à trois pieds de long, terminés par des capacités hémisphériques. Ces vases peuvent être adaptés par une de leurs extrémités, à des tubes qui renferment l'hydrogène carboné, comprimé à une trentaine d'atmosphères; dès que la communication est ouverte, le gaz passe rapidement du tube dans le vase; or, pendant qu'il s'écoule, l'extrémité hémisphérique contiguë au tube se refroidit beaucoup, tandis que l'extrémité opposée, au contraire, acquiert une température très-élevée.

Ce phénomène s'explique assez simplement d'après les propriétés connues du calorique : le gaz à trente atmosphères de pression, se dilate beaucoup et subitement quand il passe du tube dans le vase : dans cet état, sa capacité pour la chaleur, comme on sait, se trouve considérablement augmentée; il doit donc refroidir les parois métalliques avec lesquelles il est d'abord en contact. Mais ces portions de gaz, ainsi échauffées successivement aux dépends des premières parties du vase qu'elles rencontrent, sont poussées par les portions qui les suivent jusqu'à l'autre extrémité; là, le courant les comprime fortement; de là, une diminution de capacité; de là, le dégagement d'une portion de la chaleur absorbée un instant auparavant, au profit des parois métalliques environnantes. On voit que, dans cette expérience, la chaleur d'une des extrémités du vase est transportée par le gaz à l'extrémité opposée.

(*The Quarterly Journal, new series*, n° 2.)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	765,72	+15,0	78	763,45	+18,0	70	762,20	+19,2	59	762,55	+13,7	69	+19,2	+16,7	Serein.	N. E.
2	761,70	+15,5	64	760,58	+17,0	60	759,50	+18,1	59	758,77	+15,0	60	+18,1	+ 8,0	Légèrement voilé.	E.
3	757,13	+12,2	86	757,30	+14,7	81	757,14	+15,2	79	757,36	+10,6	90	+15,2	+10,7	Couv., gout. d'eau.	N.
4	754,83	+15,3	77	753,46	+17,7	74	751,80	+16,0	74	751,98	+ 9,8	88	+17,7	+ 9,3	Couvert.	S. O.
5	751,46	+13,5	72	750,73	+14,7	70	750,07	+13,0	70	750,67	+ 8,2	80	+14,7	+ 6,7	Nuageux.	O.
6	750,64	+14,0	64	750,44	+15,8	58	750,00	+16,5	52	750,83	+11,3	70	+16,5	+ 4,5	Eclaircies.	O. S. O.
7	751,74	+14,0	70	751,50	+17,2	54	751,70	+16,5	64	751,80	+12,2	64	+17,2	+ 8,0	Quelques éclaircies.	N. N. O.
8	750,80	+13,3	74	751,03	+14,6	75	750,75	+16,5	65	752,40	+11,8	82	+16,5	+ 6,8	Couvert.	N. E.
9	756,86	+10,6	86	757,60	+15,7	64	758,17	+16,6	60	760,86	+11,0	71	+16,6	+ 9,0	Eclaircies.	N.
10	762,23	+12,8	64	761,70	+15,3	62	760,80	+16,8	54	760,57	+10,8	65	+16,8	+ 5,3	Petits nuages.	N. E.
11	760,76	+16,1	59	759,85	+18,7	56	759,21	+19,1	56	759,81	+14,7	75	+19,1	+ 7,2	Nuageux.	O. N. O.
12	761,24	+16,5	80	761,25	+19,8	64	760,71	+20,3	59	762,36	+13,5	75	+20,3	+ 9,8	Eclaircies.	N. O.
13	762,92	+15,1	71	762,34	+17,7	64	761,25	+19,2	51	760,80	+16,2	53	+19,2	+ 7,5	Serein.	E.
14	760,03	+18,6	67	759,04	+21,5	51	757,82	+22,5	51	757,00	+21,3	50	+23,0	+ 9,3	Quelq. légers nuages.	E.
15	755,96	+22,2	66	755,16	+26,4	51	754,63	+26,7	51	753,55	+22,0	56	+26,7	+12,2	Nuageux.	E. S. E.
16	751,70	+21,3	78	751,66	+24,5	68	751,40	+21,6	74	750,94	+17,8	89	+24,5	+16,9	Couvert.	S.
17	751,07	+16,5	90	751,47	+18,2	84	751,47	+17,7	82	751,32	+15,8	82	+18,2	+15,2	Couvert.	O.
18	749,60	+16,8	70	749,07	+19,5	57	748,38	+21,3	47	748,45	+15,0	50	+21,3	+12,9	Nuageux.	E. N. E.
19	749,32	+18,5	57	749,29	+19,2	53	749,20	+19,4	50	750,10	+16,2	62	+19,4	+ 9,7	Serein.	E. N. E.
20	750,48	+18,5	70	749,96	+22,2	61	749,27	+21,8	57	748,00	+16,3	75	+22,3	+10,5	Très-nuageux.	S. O.
21	745,50	+14,7	87	745,05	+14,4	84	745,02	+18,7	74	746,05	+13,0	83	+18,7	+11,7	Pluie abondante.	S. E.
22	747,30	+16,0	79	746,93	+19,5	70	746,74	+18,9	70	747,37	+14,0	83	+19,5	+11,0	Très-nuageux.	S. O.
23	747,80	+16,7	76	748,03	+17,0	75	747,77	+20,7	67	748,24	+15,5	83	+20,7	+12,2	Couvert.	O. S. O.
24	745,83	+16,3	80	747,57	+19,3	79	747,36	+19,5	70	749,55	+14,1	78	+19,5	+13,1	Couvert.	S.
25	754,20	+18,5	64	754,43	+20,5	63	754,26	+20,7	62	753,90	+14,5	80	+20,7	+10,2	Petites éclaircies.	S. S. O.
26	749,64	+19,8	72	748,60	+23,5	68	748,08	+23,0	66	747,95	+15,3	85	+23,5	+12,5	Couvert.	S. E.
27	748,20	+17,5	80	747,00	+21,2	70	747,20	+16,2	80	748,60	+11,3	86	+21,2	+11,2	Nuageux.	S. S. E.
28	752,65	+18,5	70	751,90	+21,0	66	751,46	+20,8	70	752,40	+15,4	90	+21,0	+10,3	Couvert.	S. O.
29	751,80	+15,2	90	751,12	+20,2	80	750,37	+21,0	75	750,66	+19,0	82	+21,0	+13,5	Couvert.	S.
30	755,00	+16,0	82	755,83	+18,8	74	755,90	+21,8	64	753,40	+14,5	80	+21,8	+14,0	Quelq. pet. éclairc	N. O.
31	756,84	+19,2	76	756,78	+20,7	69	756,88	+17,5	74	757,74	+14,0	87	+20,7	+14,0	Eclaircies.	S. O.
1	756,31	+13,7	74	755,78	+16,1	67	755,21	+16,4	64	755,75	+11,4	74	+16,9	+ 7,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	755,31	+18,0	71	754,91	+20,8	61	754,33	+21,0	53	754,24	+16,9	67	+21,4	+11,1	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,190
3	750,34	+17,1	78	750,29	+19,6	72	750,09	+19,9	71	750,53	+14,6	83	+20,7	+12,2	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 6,280
	753,87	+16,3	74	753,55	+18,9	67	753,21	+15,6	64	753,41	+14,3	75	+19,7	+10,4	Moyennes du mois, + 15,1.	

Du Dégagement de l'Électricité qui résulte du frottement de deux métaux.

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 30 juin 1828.)

Le frottement est le mode d'action le plus anciennement connu pour développer de l'électricité dans les corps. Les physiciens qui s'en sont occupés, ont multiplié les expériences à l'infini dans l'espoir de remonter aux causes d'où dépend cette singulière propriété; cependant leurs recherches n'ont répandu que peu de lumières sur ces mystérieux phénomènes; car ils nous ont appris seulement que *lorsque l'on frotte l'un contre l'autre deux corps, dont l'un est mauvais conducteur de l'électricité et l'autre d'une nature quelconque, ils prennent chacun un excès d'électricité contraire; qu'il n'y a aucun rapport apparent entre la nature ou la constitution des substances et l'espèce d'électricité qu'elles développent; que la température et l'état des surfaces modifient les résultats de telle manière que l'accroissement de chaleur augmente la tendance négative et le poli celle de l'électricité positive; qu'ainsi, en frottant l'un contre l'autre deux morceaux d'une même substance dont l'un est poli et l'autre ne l'est pas, le premier devient positif et l'autre négatif.* Tel est l'état de nos connaissances relativement au développement de l'électricité par friction.

J'ai pensé que de nouvelles expériences étaient nécessaires pour acquérir des notions plus étendues sur cette partie de la physique; mais telle est la dépendance

des phénomènes électriques, que jusqu'à ce que leurs relations mutuelles soient connues, et toutes les obscurités de l'action électrique dissipées, on devra toujours être en garde contre les principes établis. Ce qu'il y a de mieux à faire est de multiplier les faits, de les coordonner, et de tâcher de les lier par une théorie que l'on abandonne ou que l'on modifie quand de nouvelles découvertes ne peuvent s'y rattacher.

Jusqu'à présent on s'est borné à étudier les effets électriques qui résultent du frottement mutuel des corps mauvais conducteurs de l'électricité et de ces derniers contre les métaux; on ne sait donc rien sur les effets du frottement de deux métaux; c'est le problème que j'ai essayé de résoudre.

M. Gelhen, de l'Académie de Munich, est le premier qui ait essayé, il y a quelques années, de produire un courant électrique dans un circuit métallique sans l'emploi de la chaleur. Il se servit de lames de bismuth et d'antimoine fixées aux extrémités du fil d'un galvanomètre, et observa un courant en les posant l'une sur l'autre; il obtint des effets semblables avec d'autres métaux. J'examinai peu de temps après ces phénomènes, et je reconnus qu'ils étaient dus à des différences de température, dans les points de jonction du fil et des lames métalliques. Peut-être même provenaient-ils d'un léger frottement entre les surfaces de contact, au moment où on les posait l'une sur l'autre.

Deux appareils peuvent être employés pour observer les effets électriques de frottement; le premier est un galvanomètre ordinaire : à chaque extrémité du fil qui forme son circuit on fixe une lame de métal, d'un côté,

par exemple, une d'antimoine et de l'autre une de bismuth, et l'on recouvre les points de jonction avec du mastic ou d'autres corps mauvais conducteurs, pour éviter les actions thermo-électriques résultant des changemens de température dans ces mêmes points. Ces précautions prises, on pose l'une sur l'autre les deux plaques ayant la même température; il n'y a aucun déplacement d'électricité; mais si l'on exerce un léger frottement, il se manifeste aussitôt un courant. Cette faible action suffit donc pour séparer les deux électricités qui se recombinent en partie par l'intermédiaire du fil.

En soumettant ainsi à l'expérience un certain nombre de lames métalliques, on forme le tableau suivant, dans lequel chaque métal est négatif par rapport à ceux qui le suivent, et positif par rapport à ceux qui le précèdent :

Bismuth, nickel, cobalt, palladium, platine, plomb, étain, or, argent, cuivre, zinc, fer, cadmium, antimoine; cet ordre est le même que celui que l'on obtient pour les effets électriques qui se manifestent dans un circuit formé de deux fils de métal différent, soudés bout à bout, et dans lequel on élève la température d'une des soudures, tandis que celle de l'autre reste constante. Comme le frottement, quelque faible qu'il soit, produit de la chaleur, on pourrait croire que c'est elle qui donne naissance ici à un effet thermo-électrique; dans ce cas, le frottement n'agirait que comme moyen de dégager de la chaleur; mais il n'en est pas ainsi : en effet, soient toujours une lame de bismuth et une autre d'antimoine; au lieu de les frotter légèrement, je les frappe fortement l'une contre l'autre et à coups ré-

doublés, en évitant tout frottement latéral ; les deux surfaces où se passe cette action, doivent recevoir plus de chaleur que celle que leur donne un frottement très-faible, et cependant elle ne suffit pas dans cette circonstance pour produire un effet thermo-électrique ; car l'aiguille aimantée n'éprouve pas de déviation. Le courant électrique auquel le frottement donne naissance provient donc d'un mode d'ébranlement particulier, imprimé aux molécules des métaux dans le sens de la surface ; et non à la chaleur dégagée.

De même, si l'on presse fortement les deux lames l'une contre l'autre, au moyen d'une presse en bois, il n'y a manifestation d'aucun courant.

La chaleur et le frottement excitant dans les corps des mouvemens vibratoires, il peut se faire que les effets électriques semblables, qui en résultent, soient eux-mêmes des vibrations d'un ordre particulier ; ce qui porte à le croire, c'est que l'électricité dégagée dans le frottement des métaux, résulte d'une action assez prolongée pour déterminer un courant, qui, par cela même, a de la ressemblance avec des ondes qui se propagent.

Si l'on essaie d'expliquer ce phénomène en admettant qu'au contact les molécules de chaque surface sont dans un état électrique différent, et qu'au moment où chacune d'elles change de place et va se mettre en contact avec une autre, elle met en liberté l'électricité primitivement dissimulée, l'ordre électrique des métaux devrait être le même que celui qui a été découvert par Volta ; mais comme il n'en est pas ainsi, on doit en conclure que cette hypothèse n'est pas admissible. Je ferai observer que le nickel et le cobalt, le platine et

le palladium, le zinc et le cadmium, qui se trouvent presque toujours combinés ensemble et qui ont de très-grands rapports chimiques entr'eux, jouissent de propriétés électriques à peu près analogues par la chaleur et le frottement.

Dans les expériences précédentes, j'ai employé deux plaques de métaux différens; mais on obtient également un courant électrique quand elles sont de même métal. Seulement il faut avoir la précaution que les mêmes points de l'une d'elles parcourent successivement tous les points de la surface de l'autre. On remplit cette condition en substituant un bouton à l'une des lames.

Le bismuth, l'antimoine, le fer, le platine jouissent de la propriété que le bouton, en passant rapidement sur la lame, prend l'électricité positive, résultat inverse de celui auquel on devait s'attendre, puisque le bouton est celui qui s'échauffe le plus. Le zinc présente les mêmes effets, mais à un degré moindre.

Le cuivre fait exception, ainsi que plusieurs autres métaux dont je ne parle pas, attendu que de légères différences dans l'état des surfaces modifient les résultats.

Le second appareil qui sert à observer les effets de frottement dans les métaux a été imaginé par Singer, qui en a donné la description dans ses Élémens d'électricité et de galvanisme (trad. de M. Thillaye, p. 348 et suiv.). Ce procédé consiste à prendre une capsule en cuivre, à laquelle on adapte un manche isolant, et que l'on perce d'une multitude de petits trous pour en former une espèce de crible; on la remplit ensuite de limaille de zinc ou d'un autre métal. On place un grand

disque d'étain ou de cuivre à la partie supérieure de l'électromètre à feuilles d'or. Tenant alors la capsule de cuivre au moyen d'un manche isolant, on fait passer à travers les ouvertures dont elle est percée la limaille de zinc, qui, se déposant sur l'électromètre, donne bientôt des signes d'électricité positive. Si l'on examine l'état du cuivre, on le trouve négatif; on peut faire cette expérience avec les autres métaux réduits en limaille.

M. Singer n'aurait pas dû attribuer à des actions de contact ce qui se passe dans cette expérience. De plus, tous les résultats qu'il a consignés dans son ouvrage ne sont pas exacts; il ne pouvait donc tirer les conséquences auxquelles j'ai été conduit. Cavallo, dans son Traité d'électricité (traduit de l'anglais, p. 321), a rapporté quelques expériences sur l'électricité acquise par certaines poussières, dans leur frottement contre divers corps; mais il n'a rien dit sur les effets développés quand la poussière et le corps sur lequel elle passe sont des métaux, puisqu'il s'exprime ainsi : « Il « faut observer que si la poudre est d'une nature non « électrique, comme les amalgames de métaux, etc., il « faut la tenir dans une substance électrique, comme « un vase de verre, un plateau de cire, etc. »

La méthode de Singer, pour être employée utilement, a besoin d'éprouver plusieurs modifications. La première est de substituer au crible, à cause de la difficulté de le nettoyer complètement, quand les poussières sont fines, une simple plaque de métal, que l'on tient inclinée, pendant que l'on projette dessus la limaille, qui tombe dans le récipient, où elle dépose l'électricité

acquise dans son passage sur le métal. L'avantage que l'on retire de cette substitution est de donner à la surface de la lame le degré de poli que l'on veut. La deuxième modification est de ne pas isoler la lame, afin que l'électricité qu'elle reçoit à chaque instant puisse s'écouler et ne nuise pas au développement ultérieur de l'électricité. Enfin, pour rendre plus sensible l'appareil qui sert à reconnaître l'espèce d'électricité développée, il faut visser la capsule de cuivre où se rend la limaille, à une tige de même métal, qui porte à l'autre extrémité une feuille d'or, que l'on place entre les deux pôles opposés d'une pile sèche. Le succès des expériences dépend de l'isolement de la tige, par rapport à la cloche à laquelle elle est fixée; car si cet isolement est imparfait, l'électricité s'écoule le long de la cloche dans les temps humides, et la feuille d'or reste alors stationnaire. Pour obvier à cet inconvénient, on prend un tube de verre que l'on enduit intérieurement et extérieurement de plusieurs couches de vernis à la gomme laque. On y introduit la tige de métal et on l'y maintient, dans le sens de l'axe, au moyen d'un bouchon de gomme laque. Une virole en cuivre, adaptée à la partie supérieure de la tige, recouvre l'ouverture du tube sans le toucher, et met par là un obstacle au renouvellement de l'air qui est dans l'intérieur du tube, et qui circule très-difficilement dans les ouvertures capillaires. Cela fait, on passe une partie du tube dans l'ouverture supérieure de la cloche, et on l'y maintient avec du mastic. Cette méthode d'isolement, due à Singer, est sans contredit la meilleure qu'on ait imaginée. En tenant l'appareil dans un milieu desséché par le chlo-

rure de calcium, on opère alors dans les circonstances les plus favorables.

Il est facile de prouver que l'électricité acquise par la limaille, en quittant la lame, est due au frottement et non à une action de contact ; en effet, soient deux lames de zinc et de cuivre soudées bout à bout ; on tient la première entre les doigts, et l'on recouvre la seconde d'une bande de papier mouillé, sur laquelle on répand de la limaille de cuivre. Il est bien évident que toutes les parties de celles-ci auront la même tension électrique que la lame de cuivre, puisque la bande de papier fait ici fonction de conducteur. Si donc l'effet, dans le premier cas, est dû à une action électromotrice, on devra retrouver dans le second le même résultat, c'est-à-dire que la limaille, en tombant dans la capsule, devra lui porter l'électricité négative de la lame de cuivre : or, l'appareil n'en donne aucun signe ; donc l'électricité, dégagée pendant le passage de la limaille de cuivre sur la lame de zinc, provient de leur frottement mutuel.

Avec l'appareil modifié, comme je viens de l'exposer, voici les résultats que l'on obtient : lorsque la limaille d'un métal passe sur une lame de ce métal, celle-ci prend un excès d'électricité positive, et la limaille un excès d'électricité négative.

L'or, l'argent et le platine jouissent de cette propriété, mais à un degré bien moindre.

L'état de division dans les métaux donne donc naissance à des phénomènes électriques analogues à ceux que l'on obtient quand on frotte un verre dépoli contre un autre qui ne l'est pas. La limaille ne doit pas être regardée ici comme des corps dépolis ou recouverts d'une

légère couche d'oxide; car on obtient encore le même résultat quand chaque grain a plusieurs millimètres d'étendue et que ses faces sont polies; ainsi l'état de division des parties a donc réellement une influence sur la production du phénomène que je viens d'indiquer.

La limaille de cuivre est négative avec le zinc, le plomb, l'étain, le fer, le bismuth et l'antimoine, c'est-à-dire avec les métaux plus positifs que lui, et ne donne aucun signe d'électricité avec le platine, l'or et l'argent. Tous les résultats que je pourrais rapporter ici tendent à prouver cette vérité, que les métaux en limaille, quand ils tombent sur une lame de métal, ont une tendance à prendre l'électricité négative, que cette tendance néanmoins n'empêche pas que la limaille d'un métal positif ne soit positive par rapport aux métaux les plus négatifs.

Les oxides métalliques, ainsi que leurs sulfures, sont négatifs par rapport aux métaux d'où ils sortent. Il faut éviter que les poussières soient trop fines, car elles s'attachent alors aux surfaces, y restent, et empêchent le frottement des parties qui viennent après. Les effets de frottement obtenus avec les métaux intermédiaires étant très-faibles, j'ai cru convenable de ne pas donner le tableau des propriétés électriques des métaux, dans la crainte qu'il ne soit pas exact.

Je suis amené naturellement à comparer les résultats précédens à ceux obtenus avec le galvanomètre.

En raison de la différence d'action entre un métal en limaille et le même en masse, il est difficile d'établir des rapports entre les résultats dont je viens de parler, d'autant plus qu'il est impossible d'observer ce qui se

passe dans un galvanomètre quand l'un des métaux est en limaille ; en effet, je suppose que ce métal soit de l'antimoine, je pose dessus la lame de même métal, qui est fixée à l'un des bouts du fil, et je passe avec frottement sur la limaille la lame de bismuth ; il ne se manifeste aucun courant, quoique le circuit soit fermé. Il faut donc en conclure que, lorsque la surface de la lame sur laquelle on excite l'ébranlement dont j'ai parlé plus haut, n'est pas continue, cet ébranlement ne se transmet pas dans tout le circuit. On voit donc combien il est difficile d'établir un rapprochement entre les résultats ci-dessus mentionnés.

Une remarque importante à faire ici, c'est que l'électricité dégagée pendant le frottement d'un métal sur un autre métal, par exemple, de l'antimoine sur le bismuth, et qui donne lieu à un courant énergique, cesse de manifester son action quand le circuit métallique est interrompu par un liquide, même très-conducteur. Cette espèce de courant ne se transmet donc pas dans un liquide.

Sans rien préjuger sur la nature du principe électrique, je pense que les observations consignées dans ce Mémoire sont de nature à appeler l'attention des physiciens sur une question qui s'y rapporte, et dont la solution jetterait un grand jour sur les phénomènes qui dépendent de la lumière, de l'électricité et du magnétisme.

22 juin 1828.

Examen *des Principes qui peuvent conduire à la connaissance des lois de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques.*

Par Mademoiselle Sophie Germain.

Je me suis appliquée depuis long-temps à me former une notion générale et précise sur la nature des forces d'élasticité; mais jusqu'ici, dans ce que j'ai publié, je ne suis pas sortie des bornes du sujet offert autrefois au concours. Ce sujet, quoiqu'il présente à lui seul des difficultés qui n'ont pas encore été complètement surmontées, est pourtant très-circonscrit.

Dans mes *Remarques sur la nature, les bornes et l'étendue de la question des surfaces élastiques*, 1826, on a pu voir comment des suppositions particulières sur la direction du mouvement imprimé à un solide élastique, d'une épaisseur fort petite comparativement à ses autres dimensions, permet de considérer ce solide comme partagé en un nombre infini de couches infiniment minces, qui affecteraient toutes, durant le mouvement, des figures semblables entre elles et également semblables aux figures que les diverses couches réellement séparées prendraient si, toutes choses égales d'ailleurs, elles étaient ébranlées isolément.

De grandes simplifications résultent de cette manière de particulariser la question; et il suffit, dans le cas qu'elle caractérise, d'avoir l'expression des forces qui tendent à ramener à sa courbure primitive ou naturelle, la surface élastique dont une cause extérieure aurait changé la figure.

C'est sous cet unique point de vue que j'ai examiné (*Recherches sur la Théorie des surfaces élastiques*, 1821) l'hypothèse des forces répulsives. J'ai objecté que l'admission de telles forces empêcherait d'expliquer et la formation des lignes de limites analytiques loin des lignes de contour des surfaces, et l'équivalence entre les molécules douées de forces répulsives et celles qui sont privées de ce genre de forces, équivalence que j'ai prouvée par l'expérience. Seulement, après avoir rapporté le passage suivant, qui exprime la pensée de l'auteur dont je combattais l'hypothèse : « Or, quelle que « soit la cause de cette qualité de la matière (l'élasti- « cité), elle consiste en une tendance des corps à se « repousser mutuellement.... », j'ai cru pouvoir ajouter que la qualité de la matière dont il s'agit dans ce passage me semblait être plutôt l'expansibilité que l'élasticité telle que nous l'observons dans les corps solides.

A cette époque, le sujet que je traitais était encore nouveau ; et je devais d'autant plus craindre de m'appesantir sur les notions générales qui constituent la métaphysique spéciale de la question, que les esprits m'avaient semblé peu disposés à accueillir cet ordre d'idées. Je voyais s'établir une opposition redoutable, surtout en ce qu'au lieu de procéder par la discussion, elle se réfugiait dans le dédain des généralités que j'ai toujours regardées comme incontestables.

Aujourd'hui les choses doivent avoir changé de face. Plusieurs auteurs s'occupent de ce genre de recherches. Ils peuvent, à la vérité, s'être formé des idées qui ne s'accorderaient pas avec les miennes ; mais ils ont dû sentir le besoin d'éclairer la théorie par l'examen des

principes qui lui servent de bases. J'ai donc lieu d'espérer que, si les notions qui vont être exposées leur paraissent mal fondées, ils penseront du moins que celles qu'ils leur substitueront doivent être assujetties à la double condition de la spécialité et de la généralité qui appartient incontestablement aux principes qu'ils auront rejetés.

Qu'il me soit permis de rappeler d'abord que l'objet des mathématiques n'est pas la recherche des causes qu'on peut assigner aux phénomènes naturels. Cette science perdrait et son caractère et son crédit, si, renonçant à l'appui que lui offrent les faits généraux bien constatés, elle cherchait dans la région nébuleuse des conjectures les moyens de satisfaire au besoin d'explication qui a été, dans tous les temps, une source féconde d'erreurs. Dans la question des forces d'élasticité, le fait général, spécial et caractéristique est la tendance que les corps doués de telles forces ont à se rétablir dans la forme qu'une cause extérieure peut leur avoir fait perdre. Cette tendance exige que toutes les molécules du corps élastique tendent aussi à reprendre la place qu'elles occupaient avant l'action d'une cause extérieure qui les aurait déplaçées.

Tel est le fait, le seul fait incontestable de l'élasticité; et si, pour se faire une idée de la manière dont ce fait se réalise, on veut remonter plus haut, on devra craindre d'avoir introduit dans la question des considérations qui lui soient ou inutiles ou même entièrement étrangères.

Par exemple, avec l'hypothèse des seules forces répulsives, on aurait encore à chercher comment la

distance précise, qui séparait les molécules du corps élastique avant l'action extérieure par laquelle cette distance a été changée, est devenue la limite de l'action des forces répulsives qui agissent entre les molécules du même solide.

Mais que, sans se contenter de la seule répulsion, on ait recours à l'action simultanée de forces attractives et répulsives qui s'exerceraient à de petites distances entre les molécules des corps solides élastiques, la question se complique et perd toute spécialité.

On est alors porté à distinguer trois cas, selon qu'en raison de la diminution de la distance entre les molécules, l'augmentation de la force attractive serait plus grande que celle de la force répulsive, lui serait égale, ou serait plus petite.

Dans le premier cas, si, pour fixer les idées, on attribue le changement de figure du corps élastique au choc d'un autre corps solide, et qu'on examine ce qui arriverait à l'instant où le corps choquant aurait cessé de toucher le corps choqué, on trouve que le changement de figure devra augmenter dans le sens où il a été d'abord produit.

Dans le second, il s'établira un nouvel équilibre, et le corps choqué conservera éternellement la forme qui lui aura été imprimée.

Le troisième cas est le seul qui laisse concevoir le retour du corps choqué à sa forme primitive; mais on est forcé de revenir au fait de la tendance des molécules à se rétablir dans la position dont une cause étrangère a pu les déranger : et c'est uniquement sur la connais-

sânce de cette tendance qu'est appuyé le choix qu'on est obligé de faire.

Nous venons de voir que l'hypothèse des forces attractives et répulsives resterait vague et indéterminée si elle n'était modifiée par la considération du fait unique et caractéristique de l'élasticité : il nous reste à montrer comment cette hypothèse introduit dans la question des restrictions contraires à son essence.

Supposons donc, pour un instant, que les forces qui tendent à ramener les molécules du corps élastique dans leur position initiale, soient dues à des attractions et répulsions qui s'exerceraient à de petites distances ; nous serons conduits à regarder le changement de distance entre les molécules voisines comme le seul fait que l'excès des forces répulsives tende à détruire. Ainsi nous dirons que l'effet de ces forces se borne à replacer les molécules du corps solide élastique à la distance respective où elles étaient primitivement.

Mais si, au lieu de substituer à la notion claire et précise du fait de l'élasticité, la manière arbitraire dont il nous a plu d'envisager ce fait, nous nous fussions bornés à reconnaître ce même fait sans nous mettre en peine de l'expliquer, nous aurions vu que, l'effet des forces d'élasticité étant de ramener chacune des molécules du corps élastique à sa position naturelle, le rétablissement des distances primitives entre ces molécules ne représente qu'une partie du phénomène, et ne saurait par conséquent en fournir la mesure complète.

La méprise que nous signalons semblera sans doute d'autant plus frappante que la question des plaques élastiques vibrantes, la première de ce genre dont on se soit

occupé, présente un exemple de mouvement dans lequel on peut négliger les changemens de distances entre les molécules du corps solide élastique; pour considérer uniquement le déplacement commun à toutes celles de ces molécules qui se meuvent dans une direction perpendiculaire au plan de la plaque.

Dans le cas général du mouvement des solides élastiques, il y a à la fois changement de distance entre les molécules voisines et déplacement commun aux mêmes molécules. Il est même évident que la première partie du phénomène, bornée à des différences fort petites, ne suffirait pas pour expliquer le changement de forme du corps élastique. On se rendra compte du fait entier, en admettant que les molécules qui ont subi une action extérieure ont été poussées dans une direction qui leur est commune, mais que, cédant inégalement à cette impulsion, elles n'ont pu conserver les distances respectives qui les séparaient dans leur état naturel.

Nous conclurons des observations précédentes, qu'il faudrait s'attacher d'abord à reconnaître et à exprimer le déplacement des molécules élastiques, en mesurant les espaces parcourus par rapport à des points fixes.

La seule difficulté est de trouver dans chaque cas l'expression des changemens de position qu'ont subis ces molécules. La nature de la question déterminera suffisamment la marche à suivre pour arriver à l'équation de cette classe de solides.

On sait en effet que les forces d'élasticité sont employées à détruire le changement qui a fourni leur mesure. Pour obtenir les équations du mouvement des corps solides élastiques, on devra donc multiplier l'ex-

pression des forces d'élasticité par la variation de cette même expression, prise avec le signe —. Les procédés ordinaires du calcul feront ensuite connaître les termes qui seront définitivement multipliés par les variations de chacune des coordonnées x, y et z.

Si j'ai réussi à expliquer clairement quel est le fait de l'élasticité, la méthode que j'indique n'a pas besoin d'être justifiée; j'ajouterai pourtant qu'elle a en sa faveur l'autorité du succès. C'est en la pratiquant que M. de La Grange a calculé, d'après mon hypothèse, l'équation des plaques vibrantes qui fut alors donnée pour la première fois; et c'est seulement quelques années plus tard que plusieurs auteurs ont cherché à lier cette équation à une théorie différente (1).

---

(1) Quand il se présente une question nouvelle, il est toujours extrêmement difficile d'accréditer un principe qui lui soit spécial. Ici cependant je crois avoir offert les conclusions d'un raisonnement tellement simple qu'il ne prête guères à la contestation. Ainsi, lorsque je dis qu'une force est proportionnelle à l'effet qu'elle produit ou qu'elle tend à produire, fais-je autre chose que d'exprimer une proposition généralement admise, et qui d'ailleurs est évidente d'elle-même? Si j'ajoute que l'effet des forces d'élasticité tend à ramener les molécules du solide élastique à la position qu'elles occupaient avant qu'une cause extérieure les en ait dérangées, m'écartai-je de l'exact énoncé d'un fait certain? Enfin, si je conclus de là que l'expression du déplacement des molécules du corps élastique, déplacement sans lequel il n'y aurait pas lieu à l'action des forces d'élasticité, doit fournir la mesure de ce genre de force, n'ai-je pas été conduite à une conclusion inévitable? Les hypothèses qui conviennent aux simples lames et aux surfaces élastiques sont la traduction analytique de cette conclusion; et la démonstration de Bernouilli en est la construction. Cette démonstration a d'abord été donnée par rapport au seul cas linéaire; il m'a été ensuite facile, dans mes *Recherches sur la théorie des surfaces élastiques*, de l'appliquer à celui des surfaces.

Mais, soit qu'o n ait considéré une seule partie des changemens surven ıus dans la position des points qui appartiennent au sc lide, soit qu'on ait réussi à exprimer le fait complet du déplacement des molécules élastiques, on aurait agi d'une manière étrangère à la question si on avait cru pouvoir décomposer *immédiatement* l'expression de la force suivant la direction des axes coordonnés. Pa r un tel procédé, on devrait arriver aux équations qui c nviennent à de simples forces de tension, à moins, tou tefois, qu'on n'eût admis en même temps quelques suppc sitions contraires à la nature de ces dernières forces; e t alors, il serait difficile de dire à quel genre de forces les formules qui seraient le fruit de l'opération pourrai ent être appliquées.

En ayant recours à l a décomposition immédiate de la force, on aurait opé ré comme s'il se fût agi de forces extérieures appliquée s aux différens points d'une enveloppe circulaire, dont un premier point convenu eût été le centre; et ces forc es se seraient trouvées réduites à trois, qui auraient exe cé leur action dans des axes coordonnés. On aurait don c alors de véritables forces de tension dirigées suivant l es mêmes axes. Mais on n'arriverait pas aux formul s qui expriment des forces de tension, si on avait adj oint aux suppositions principales d'autres suppositions q u'on ne saurait admettre à l'égard de ces forces.

Une supposition de ce genre serait, par exemple, d'avoir regardé l'acc oissement de chacune des coordonnées comme fonct ion de celle de ces coordonnées à laquelle l'accroisseme nt appartient. Pour voir que cette supposition écarterait l'idée de la tension, il suffit de remarquer que la fo ce qui serait employée à tendre

une corde extensible allongerait cette corde d'une manière uniforme dans toutes ses parties.

En renonçant à cette supposition, les procédés que nous avons examinés conduiraient, ce me semble, à l'expression connue des forces de tension.

Nous venons de montrer comment les notions hypothétiques ne définissent pas la question, mais la dénaturent. Ne nous en étonnons pas; la langue des calculs ne saurait ajouter à la certitude des idées qui lui sont confiées. S'il est dans la destinée des vues conjecturales de présenter sans cesse de nouveaux aspects, on peut encore dire que leur existence précaire et fugitive semble contraster avec l'appareil imposant des formules analytiques; tandis qu'au contraire la vérité inaltérable d'un fait bien constaté est en harmonie avec le caractère des sciences mathématiques.

Sur *la Préparation de l'Acide titanique.*

Par M. Henri Rose.

Si l'on veut préparer de l'acide titanique pur avec le fer titané, que l'on peut se procurer facilement en beaucoup plus grande quantité que le ruthile, on peut s'y prendre de la manière suivante : Après avoir pulvérisé et lavé le fer titané, on l'expose à une température très-élevée, dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'acide hydro-sulfurique sec. L'oxide de fer sera réduit et changé en sulfure, tandis que l'acide titanique n'aura éprouvé aucun changement. Après le refroidissement, on fait digérer le produit avec de l'acide hydro-

chlorique concentré; il se dégage beaucoup d'acide hydro-sulfurique, et il se dépose du soufre qui, se mêlant avec l'acide titanique, que la chaleur a rendu insoluble dans l'acide, le rend gris. On lave l'acide, on le dessèche et on le fait rougir pour chasser le soufre.

Si on se bornait à cette seule opération, l'acide titanique retiendrait encore du fer, et deviendrait rouge par la calcination. La raison en est que le sulfure de fer qui se forme étant en quantité considérable, et s'agglomérant par la chaleur avec l'acide titanique, empêche le centre de la masse d'être entièrement attaqué par l'acide hydro-sulfurique. C'est pour cela qu'il ne faut pas pousser l'opération jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, ce qui la rendrait très-longue, mais l'arrêter au moment où le dégagement de l'eau commence à diminuer sensiblement. On expose une seconde fois l'acide titanique dans le tube de porcelaine à un courant de gaz hydro-sulfurique, et après l'avoir traité par l'acide hydro-chlorique, bien lavé et rougi, il devient tout-à-fait blanc et parfaitement pur.

On peut traiter par ce procédé tout acide titanique ne contenant qu'un peu de fer et même le ruthile.

Ce procédé me paraît plus court et moins dispendieux que celui que j'ai fait connaître, et qui consiste à dissoudre le fer titané dans l'acide hydro-chlorique, à mettre dans la dissolution de l'acide tartrique, et à précipiter le fer par l'hydro-sulfate d'ammoniaque. Outre que ce dernier procédé est plus minutieux et plus dispendieux que l'autre, il ne m'est pas arrivé de trouver encore de l'acide tartrique exempt de chaux; et alors cette base reste combinée avec l'acide titanique.

Si, pendant le traitement du fer titané par l'acide hydro-sulfurique, on ne chauffe pas trop fortement, l'acide titanique que l'on obtiendra rendra l'eau des lavages laiteuse, et passera en partie à travers le filtre; mais cela n'aura pas lieu si la température a été plus élevée.

L'emploi du gaz hydrogène pur ne réussit pas aussi bien que celui de l'acide hydro-sulfurique : l'oxidule est à la vérité réduit; mais l'acide titanique obtenu par ce procédé était constamment ferrugineux. L'acide hydro-chlorique ne donne pas un résultat plus avantageux.

On peut abréger le temps de l'opération qui vient d'être décrite, en commençant par fondre le fer titané avec du soufre dans un creuset de terre. On traite la masse par l'acide hydro-chlorique concentré, qui enlève beaucoup de fer; mais il en reste avec l'acide titanique, et à peu près autant que dans le rhutile. En traitant cet acide impur par l'acide hydro-sulfurique, comme il a été dit plus haut, on parvient à le purifier parfaitement en une seule opération.

(*Annalen der Physik*, vol. 88.)

Sur *les Phénomènes des Volcans*.

Par Sir Humphry Davy.

(Lu à la Société royale de Londres le 20 mars 1828.)

Quand je découvris, dans les années 1807 et 1808, que les alcalis et les terres étaient composés d'une ma-

tière combustible unie à de l'oxigène, un grand nombre de recherches se présentèrent d'elles-mêmes, concernant les différentes branches de la science chimique; quelques-unes de ces recherches étaient susceptibles d'être approfondies par des expériences directes; d'autres demandaient pour leur solution une longue série d'observations, et des circonstances qu'on ne pouvait obtenir qu'avec difficulté. Dans cette dernière catégorie se trouvaient les phénomènes géologiques liés à ma découverte.

Les métaux des alcalis et les métaux des terres que j'avais décomposées, combustibles à un haut degré, étaient altérés par l'air et par l'eau, même aux températures ordinaires de l'atmosphère; conséquemment il n'était pas possible de les rencontrer à la surface du globe, mais il était probable qu'ils existaient dans l'intérieur : d'après cette hypothèse, il devenait facile de rendre compte des feux volcaniques par l'exposition des métaux des terres et des alcalis à l'air et à l'eau, et d'expliquer, non seulement la formation des laves, mais encore celle des basaltes et de beaucoup d'autres roches cristallines, par le refroidissement lent des produits de la combustion ou de l'oxidation des substances nouvellement découvertes.

Je développai cette opinion dans une Note sur la décomposition des terres, publiée en 1808; et depuis 1812, je me suis efforcé d'en prouver la vérité en examinant les phénomènes volcaniques, tant anciens que modernes, dans les diverses parties de l'Europe.

Dans ce Mémoire, j'aurai l'honneur de développer devant la Société royale quelques résultats de mes re-

cherches. S'ils ne résolvent pas le problème touchant la cause des feux volcaniques, j'espère qu'ils jèteront quelque lumière sur cette question, et pourront servir comme de fondement aux travaux à venir.

Le volcan actif sur lequel j'ai fait mes expériences est le Vésuve. Probablement il n'en existe aucun autre qui soit aussi admirablement situé pour des recherches : son voisinage d'une grande cité, la facilité avec laquelle on peut y monter dans toutes les saisons de l'année, et la nature de son activité, offrent aux physiciens des avantages tout particuliers.

Aux printemps de 1814 et de 1815, je fis sur le Vésuve plusieurs observations dont je parlerai plus bas dans cet écrit; mais ce fut en décembre 1819, janvier et février 1820, que le volcan se présenta dans des conditions les plus favorables pour des recherches. A mon arrivée à Naples, le 4 décembre, je trouvai qu'il y avait eu une petite éruption peu de jours auparavant, et qu'un ruisseau de lave coulait avec une grande activité par une ouverture de la montagne située un peu au dessous du sommet. J'y montai le 5; j'examinai le cratère et le ruisseau de lave. Le cratère jetait une si grande quantité de fumée, mêlée à des vapeurs d'acides muriatique et sulfurique, qu'il était impossible d'en approcher, si ce n'est dans la direction du vent; il tombait aussi, toutes les deux ou trois minutes, une pluie abondante de pierres incandescentes. La lave coulait par une ouverture située à environ cent yards au dessous, et paraissait expulsée par des fluides élastiques, avec un bruit semblable à celui que produit la vapeur qui s'échappe d'une machine à haute pression. Elle

avait une fluidité parfaite, formait un courant de cinq à six pieds de diamètre, et tombait brusquement, comme une cataracte, dans un gouffre d'environ quarante pieds; là, elle se perdait sous une sorte de pont de lave refroidie, pour reparaître soixante ou soixante-dix yards plus bas. A l'endroit où la lave sortait de la montagne, elle était presque d'un rouge blanc et offrait aux yeux le spectacle dont on est témoin quand une perche de bois est introduite dans du cuivre fondu : sa surface paraissait dans une grande agitation, de forts bouillonnemens jaillissaient, et en éclatant, produisaient une fumée blanche; mais la lave n'était plus que rouge, quoique toujours visible à la clarté du soleil, à l'endroit où elle sortait de dessous le pont. La violence du courant était si grande, que mon guide, quoique très-vigoureux, n'y pouvait pas maintenir une longue baguette de fer. L'étendue de la course de la lave, en comptant deux ou trois interruptions pendant lesquelles elle coulait sous une surface froide, était de près de trois quarts de mille, et de son sein s'échappaient des nuages de fumée blanche qui diminuaient à mesure que la lave se refroidissait, et devenait pâteuse; mais à l'endroit même où le courant s'arrêtait en poussant devant elle des masses de scories, la fumée était toujours visible : elle devenait encore plus apparente toutes les fois que l'on remuait la scorie, ou que l'on mettait à découvert la lave chaude contenue dans l'intérieur.

M'étant assuré qu'il était possible d'approcher du courant jusqu'à la distance de 4 à 5 pieds, et d'examiner la vapeur qui sortait immédiatement par l'ouverture, je revins le lendemain, pourvu des moyens de faire un

certain nombre d'expériences sur la nature de la lave et sur les fluides élastiques qui l'accompagnaient. Je trouvai l'ouverture à peu près dans le même état que la veille, mais la lave couvrait une plus large surface, et formait un remoux dans le creux du rocher sur lequel elle tombait ; on pouvait, dans ce lieu, la recueillir à l'aide d'une euillère de fer, avec plus de facilité qu'au milieu du courant ; là aussi, il était beaucoup plus aisé de poser et de retirer les substances que j'avais l'intention de soumettre à l'action de la lave.

Un des points les plus importans à constater, était de savoir s'il s'opérait des phénomènes de combustion au moment où la lave sortait de la montagne. L'incandescence ne paraissait certainement pas plus vive lorsque la lave était exposée à l'air, et elle ne brûlait pas avec plus d'intensité quand on l'élevait dans l'air, au moyen de la cuillère de fer. Je mis cependant ce fait à l'abri de toute contestation en jetant une petite quantité de lave fondue dans une bouteille de verre, pourvue d'un bouchon usé à l'émeri, et contenant au fond du sable siliceux ; je la fermai sur-le-champ, et j'examinai l'air à mon retour[1] : une mesure de cet air, mêlé avec une mesure de gaz nitreux, donna exactement le même degré de diminution qu'une mesure d'air commun, qui sur la montagne avait été renfermé dans une autre bouteille.

Je jetai sur la surface de la lave du nitre en masse et en poudre. Quand ce sel fut fondu, il y eut une petite augmentation d'intensité dans l'incandescence de la lave ; mais cette augmentation était trop légère pour qu'on pût l'attribuer à une quantité notable d'une substance

combustible pure. En faisant cette expérience sur une portion de lave ramassée dans la cuillère, il me parut que le dégagement de chaleur était en partie le résultat de la peroxidation du protoxide de fer, et de la combinaison de l'alcali du nitre avec la base terreuse de la lave ; car, à l'endroit où le nitre s'était fondu, la couleur avait passé de l'olive au brun. La vérité de cette conclusion était encore établie par cette circonstance, que le chlorate de potasse répandu sur la lave n'augmentait pas son degré d'incandescence autant que le faisait le nitre. Lorsqu'une baguette de bois était introduite dans une portion de la lave, de manière qu'elle y laissât un peu de matière charbonneuse à la surface, on voyait le nitre ou le chlorate de potasse répandu sur cette matière, lui faire jeter un grand éclat : de la lave fondue fut versée dans de l'eau, et une bouteille remplie d'eau placée au dessus pour recevoir les gaz qui se dégageaient. On n'en obtint ainsi qu'une très-petite quantité, et l'analyse que j'en fis à mon retour me prouva que c'était de l'air commun, un peu moins pur que l'air qui se dégage de l'eau par l'ébullition. Un fil de cuivre de $\frac{1}{20}$ de pouce de diamètre et un fil d'argent de $\frac{1}{30}$, introduits dans la lave, près de sa source, se fondirent instantanément. Une baguette de fer de $\frac{1}{8}$ de pouce avec un fil de fer d'environ $\frac{1}{30}$ de pouce de diamètre, ayant été tenus pendant cinq minutes dans le remoux du courant de lave, ne fondirent pas. Ils ne donnèrent aucune odeur perceptible d'hydrogène sulfuré lorsqu'ils furent soumis à l'action de l'acide muriatique. Un entonnoir de fer-blanc, rempli d'eau froide, fut tenu dans la fumée qui s'échappait avec tant d'impétuosité de la

bouche du cratère à travers laquelle la lave coulait. Un fluide s'y condensa immédiatement ; il avait un goût acide et subastringent ; il ne précipitait pas le muriate de baryte, mais très-abondamment, au contraire, le nitrate d'argent ; il rendait enfin le prussiate triple de potasse d'un bleu intense. Quand le même entonnoir fut tenu dans les vapeurs blanches, au dessus de la lave, à l'endroit où elle s'introduisait sous le pont, aucun fluide ne s'y précipita ; mais il fut enduit d'une poudre blanche qui avait le goût et les qualités chimiques de sel commun, et c'était en effet cette substance absolument pure. Une bouteille d'eau contenant environ trois quarts de pinte, ayant un col long et étroit, fut vidée précisément dans l'ouverture où les vapeurs pressant la lave la faisaient sortir. La bouteille fut bouchée immédiatement après. L'air, examiné à mon retour, ne me donna aucune absorption avec la solution de potasse; il ne contenait donc aucune proportion appréciable d'acide carbonique. Je trouvai, du reste, qu'il était composé de 9 parties d'oxigène et de 91 d'azote. La vapeur qui s'échappait de l'ouverture n'exhalait pas la moindre odeur d'acide sulfureux ; les vapeurs d'acide muriatique n'étaient pas assez fortes pour être désagréables. Il y avait trois quarts d'heure que j'étais occupé de ces expériences, quand tout-à-coup le vent changea et chassa la fumée du cratère vers le lieu où j'étais. Le gaz acide sulfureux contenu dans cette fumée irritait à un haut degré les organes de la respiration, et je souffris tellement de son action que je me vis forcé de descendre. Cet effet ne fut point passager ; il s'en suivit une violente affection catarrhale qui m'em-

pêcha pendant un mois entier de visiter la montagne.

Le 6 janvier, je montai de nouveau sur le Vésuve. L'aspect de la lave avait considérablement changé ; la bouche d'où elle sortait le 5 décembre était fermée, et le courant coulait maintenant avec tranquillité et sans bruit par une brèche de la lave refroidie, située environ 300 pieds plus bas. La chaleur était évidemment moins intense. Je répétai mes expériences par le nitre, et j'obtins les mêmes résultats. De l'argent pur et du platine ayant été exposés à l'action de la lave fondue, ne changèrent nullement de couleur. Je recueillis des sublimations dans diverses parties de la lave supérieure refroidie. Les roches voisines de l'ancienne bouche étaient entièrement couvertes de substances salines blanches, jaunes et rougeâtres. Je trouvai dans une cavité un grand cristal qui avait une légère teinte de pourpre : l'analyse montra que c'était du sel commun mêlé à une très-petite portion de muriate de cobalt. Les autres sublimations étaient composées de sel commun en grand excès, de beaucoup de chlorure de fer et d'un peu de sulfate de soude ; l'emploi du muriate de platine y faisait aussi découvrir l'existence d'une petite quantité de sulfate et de muriate de potasse : une solution d'ammoniaque y décélait la présence d'une faible quantité d'oxide de cuivre.

Dans les mois de janvier et de février, je fis plusieurs visites au sommet du Vésuve ; je ne les mentionnerai pas toutes ; il ne sera question que de celles qui me fournirent de nouvelles observations. Le 26 janvier, la lave paraissait presque d'un rouge blanc quand on la

regardait à travers une crevasse peu éloignée de l'ouverture par laquelle elle coulait de la montagne. A travers la crevasse, je jetai une grande quantité de nitre sur cette lave, en présence de S. A. R. le prince de Danemarck, que j'avais l'honneur d'accompagner dans cette excursion au Vésuve, et de mon ami le chevalier Monticelli. L'incandescence ne fut pas plus augmentée que lorsque l'expérience était faite sur de la lave exposée à l'air libre. Les apparences des sublimations se trouvaient maintenant considérablement changées. Les sublimations situées près de la bouche du cratère étaient colorées en vert et en bleu par les sels de cuivre; mais il s'y trouvait toujours une grande quantité de muriate de fer. J'ai dit que, le 5, la sublimation de la lave était du chlorure de sodium pur. Dans les sublimations du 6 janvier, on trouvait du sulfate de soude et des indications de sulfate de potasse. Dans les sublimations que je recueillis le 26, le sulfate de soude s'y trouvait en plus grande quantité, et il y avait beaucoup plus de sel de potasse.

Du 5 décembre jusqu'au 20 février, la lave coula avec plus ou moins d'abondance, de manière que, la nuit, un ruisseau de matière incandescente était constamment visible, plus ou moins interrompu par la lave refroidie. Ce ruisseau de lave changeait de direction, selon les obstacles qu'il rencontrait sur son passage, et jamais, autant que j'en pus juger, il ne coula jusqu'à un mille de sa source. Pendant tout ce temps les cratères (il y en avait deux) furent en activité. Le plus grand des deux jetait des pluies de cendres et de pierres enflammées, à des hauteurs comprises entre

200 et 500 pieds ; le plus petit était situé à la droite du grand, du côté de Naples ; il en jaillissait de la vapeur d'eau avec beaucoup d'impétuosité. Toutes les fois qu'on pouvait approcher du cratère, on le trouvait revêtu d'incrustations salines. Dans une promenade que nous fîmes au bord du petit cratère, le 6 janvier, nous marchions sur une masse non agrégée de matière saline, notamment du sel commun, colorée par le muriate de fer, et dans laquelle le pied s'enfonçait à quelque profondeur. Il était facile, même à une grande distance, de distinguer la vapeur d'eau dégagée de l'un des cratères, de la matière terreuse rejetée par l'autre. La vapeur paraissait blanche le jour, et formait des nuages d'une blancheur parfaite, qui réfléchissaient les lumières du matin et du soir avec les teintes de rouge et d'orangé les plus pures ; la matière terreuse paraissait toujours comme une fumée noire, formant des nuages très-sombres ; la nuit était très-lumineuse au moment de l'explosion.

Le 20 février, le petit cratère, qui jusque-là avait jeté de la vapeur et des matières élastiques, commença à lancer une pluie de pierres. Du 20 au 23, le petit et le grand cratère furent plus actifs que de coutume. La nuit du 23, à onze heures et demie, j'étais dans ma chambre, à Chiatimone (Naples), quand j'entendis les meubles craquer ; je courus aussitôt à la fenêtre, et je vis sortir du Vésuve une colonne de matière enflammée qui s'élevait à une hauteur au moins égale à celle de la montagne, comptée à partir de sa base. Tout l'horizon était éclairé, nonobstant la clarté de la lune, par des rayons lumineux venant directement du volcan,

et par ceux que réfléchissaient les nuages placés au dessus de la colonne de matière enflammée. Plusieurs éruptions du même genre, mais plus petites, suivirent à des intervalles d'une minute et demie ou de deux minutes; mais il n'y eut plus de symptômes de tremblement de terre, et je n'entendis plus aucun bruit. La lave, que j'observai, me parut, à son origine, beaucoup plus abondante et plus vive, et il était évident qu'un nouveau courant s'était ouvert un passage à la droite du premier. Le 24, au matin, je visitai la montagne; il n'était pas possible de monter jusqu'au sommet qui était enveloppé de nuages, ni d'examiner la crevasse d'où la lave sortait. Le nouveau courant de lave, près du lieu où il s'arrêtait, avait de 50 à 100 pieds de large. Il offrait les mêmes apparences que le vieux courant; je recueillis des matières salines condensées sur quelques masses de scories, qui avaient été charriées par le courant et déposées sur le bord. Leur composition était la même que celle des matières formées par la lave du 26 janvier; mais il y avait une plus grande proportion de soude et une moindre proportion de muriate de fer. Je ne doute pas que la fumée blanche et épaisse qui s'échappait de la lave en immenses colonnes pendant toute l'étendue de son cours, ne fût produite par les mêmes substances.

Maintenant je vais faire connaître l'état du volcan à quelques autres époques.

Quand j'étais à Naples, en mai 1814, le cratère présentait l'aspect d'un immense tuyau fermé au fond, et ayant plusieurs trous d'où il sortait de la fumée; sur le côté regardant Torre del Greco, s'ouvrait une

large crevasse d'où la flamme s'élevait à la hauteur de 60 yards au moins, en produisant un sifflement très-violent. Ce phénomène dura pendant les trois semaines que je passai à Naples. Il était impossible d'approcher assez de la flamme pour déterminer quels étaient les produits de la combustion; mais il est certain qu'il s'élevait une abondante quantité de vapeur d'eau. Lorsque le vent nous envoyait des vapeurs, on sentait distinctement l'odeur de l'acide sulfureux et celle de l'acide muriatique. La couleur de la fumée n'indiquait nullement l'existence de matières charbonneuses; on ne les trouvait pas davantage sur la matière saline jaune et blanche qui enveloppait le cratère, et qui était principalement du sulfate et du muriate de fer; dans quelques échantillons il y avait une quantité considérable de muriate d'ammoniaque.

En mars 1815, les apparences que présentait le cratère étaient tout-à-fait différentes. On n'y remarquait pas d'ouverture; il était souvent en repos quelques minutes; ensuite il y avait des explosions prodigieusement violentes; qui lançaient dans les airs, à plusieurs centaines de pieds de hauteur, de la lave liquide, des pierres incandescentes et des cendres.

Ces éruptions étaient précédées par des coups de tonnerre souterrains, qui paraissaient fort éloignés et se prolongeaient quelquefois une minute. Dans quatre voyages que je fis sur le cratère au mois de mars, j'avais appris à estimer la violence de l'éruption d'après la nature de la détonation : un tonnerre souterrain très-sonore et long-temps continué annonçait une explosion considérable. Avant l'éruption, le cratère parais-

sait parfaitement tranquille, et son fond, sans aucune ouverture apparente, était couvert de cendres. Bientôt des bruits sourds et confus se faisaient entendre, comme s'ils venaient d'une grande distance; peu à peu le son approchait et ressemblait bientôt à celui d'une artillerie qui aurait été sous nos pieds. Alors des cendres et de la fumée commençaient à s'échapper du fond du cratère; enfin la lave et les matières incandescentes étaient projetées avec les plus violentes explosions. Je n'ai pas besoin de dire que quand j'étais sur le bord du cratère, étudiant le phénomène, le vent venait de mon côté et soufflait avec force. Sans cette circonstance, il y aurait eu du danger à y rester. Toutes les fois que l'intensité du tonnerre m'annonçait une explosion violente, je m'éloignais toujours, en courant aussi vite que possible, du siége du danger.

Aussitôt que l'éruption avait eu lieu, les cendres et les pierres qui retombaient dans le cratère paraissaient en combler l'ouverture, de sorte qu'on aurait dit que les matières enflammées et élastiques étaient déchargées latéralement. L'intérieur du cratère reprenait bientôt son ancien aspect.

Je vais maintenant présenter quelques observations sur la théorie de ces phénomènes. Il semble d'abord possible de démontrer qu'aucune des causes chimiques auxquelles on attribuait anciennement les feux volcaniques n'est soutenable. Parmi ces causes, la combustion du charbon minéral est une de celles qu'on a le plus généralement adoptées; mais il est complètement impossible d'expliquer par là les faits connus. Quelque considérable qu'une couche de houille puisse être, la

combustion sous terre ne saurait jamais produire une chaleur violente; car la formation de l'acide carbonique, quand une libre circulation de l'air n'existe pas, doit tendre constamment à empêcher la combustion. Si une telle cause avait quelque réalité, il est à peine possible de supposer que la matière charbonneuse n'aurait pas été trouvée, soit dans la lave, soit dans les produits aqueux ou salins qui s'échappent par la bouche du cratère. Il est arrivé souvent en Angleterre que des couches de houille ont brûlé long-temps; mais les produits ont été de l'argile et des schistes cuits, et jamais rien de semblable à la lave.

Si l'idée de Lémery était vraie, c'est-à-dire si les feux volcaniques venaient de l'action du soufre sur le fer, le sulfate de fer devrait être le principal produit des volcans, ce qui n'est pas; la chaleur produite par l'action du soufre sur les métaux communs est d'ailleurs trop faible pour rendre compte de ce que nous voyons. Quand on considère que les feux des volcans se présentent et cessent avec tous les phénomènes qui indiquent une action chimique intense, il paraît naturel de les rapporter à des causes chimiques. Mais des phénomènes d'une telle grandeur exigent l'action d'une masse immense de matière, et les produits du volcan doivent donner une idée des substances qui jouent le principal rôle. Maintenant quels sont ces produits? Des mélanges de terres dans un état d'oxidation, de fusion et de vive incandescence; de l'eau et des substances salines telles que la mer et l'air pourraient en fournir, altérées, comme on pourrait l'attendre de la formation d'une matière fixe oxidée. Mais, dira-t-on peut-être, si l'oxi-

dation des métaux des terres est la cause des phénomènes, quelques-uns de ces métaux devraient se trouver quelquefois dans la lave, ou bien la combustion devrait s'augmenter au moment où les matériaux passent dans l'atmosphère. Je réponds à cette objection, en remarquant que les changemens qui produisent les feux volcaniques ont lieu dans d'immenses cavités souterraines, et que l'air pénètre jusqu'aux substances actives long-temps avant que celles-ci atteignent la surface extérieure.

Il est évident que le sol sous la Solfatare est creux, et il n'y a pas de raison de douter qu'il existe une communication souterraine entre ce cratère et celui du Vésuve; car toutes les fois que le Vésuve est en éruption, la Solfatare est calme comparativement. J'examinai la bouche de la Solfatare le 21 février 1820, deux jours avant que l'activité du Vésuve fût à son *maximum*; les colonnes de fumée, qui habituellement s'échappent en abondance lorsque le Vésuve est calme, étaient à peine visibles alors, et un morceau de papier jeté dans le soupirail ne fut point rejeté, de sorte qu'il y avait toute raison d'admettre qu'il y avait un courant d'air descendant (1).

Le tonnerre souterrain, entendu à de si grandes distances sous le Vésuve, est presque une démonstration de l'existence de grandes cavités souterraines, remplies

---

(1) En 1814, 1815 et en janvier 1819, lorsque le Vésuve était comparativement tranquille, j'observai la Solfatare dans un état de grande activité; elle vomissait des colonnes de fumée et de l'hydrogène sulfuré.

de substances aériformes; et les mêmes excavations, qui, dans l'état actif du volcan, vomissent pendant si long-temps des volumes immenses de vapeur d'eau, doivent, tout porte à le croire, se remplir d'air atmosphérique quand le volcan est tranquille (1).

L'étendue que peuvent avoir les cavités souterraines, même dans les roches communes, se voit dans les cavernes calcaires de la Carniole; quelques-unes de ces cavernes contiennent un grand nombre de centaines de mille pieds cubes d'air; or, plus la profondeur de l'excavation est considérable, plus l'air qu'elle renferme est propre à la combustion.

La même circonstance qui donnerait aux alliages des métaux des terres, le pouvoir de produire les phénomènes volcaniques, savoir leur extrême facilité d'oxidation, doit aussi les empêcher qu'on ne les trouve à l'état purement combustible dans les produits des éruptions volcaniques; avant d'atteindre la surface extérieure, ces métaux, en effet, doivent être exposés dans les cavités souterraines, non-seulement à l'air, mais encore à la vapeur d'eau, qui, dans de telles circonstances, doit avoir une puissance d'oxidation au moins aussi considérable que l'air lui-même. Si l'on admet que les métaux des terres sont transformés en laves par

---

(1) Le Vésuve est une montagne admirablement propre, à cause de sa forme et de sa situation, à des expériences relatives à l'effet de son attraction sur le pendule; par ce moyen, il serait aisé de résoudre le problême de ses cavités. Sur l'Etna, le problême pourrait être résolu sur une plus grande échelle.

leur combustion dans l'intérieur du globe, le phénomène tout entier peut être aisément expliqué par l'action de l'eau de la mer et de l'air sur ces métaux : il n'y a aucun fait, aucune circonstance mentionnée dans la première partie de ce Mémoire, dont on ne puisse aisément rendre compte à l'aide de cette hypothèse. Presque tous les grands volcans du monde sont peu éloignés de la mer. En admettant que leurs premières éruptions ont été produites par l'action de l'eau de la mer sur les métaux des terres, et que les métaux oxidés, rejetés par le cratère à l'état de lave, ont donné naissance à d'énormes cavités, les oxidations destinées à produire les éruptions suivantes s'opéreront dans ces cavernes, sous la surface. Lorsque la mer est un peu éloignée du volcan, comme dans ceux de l'Amérique du Sud, l'eau peut venir de grands lacs souterrains ; car M. de Humboldt rapporte que quelques-uns de ces volcans lancent des poissons.

L'hypothèse étant une fois admise, que les feux volcaniques sont le résultat d'une action chimique, si l'on raisonne d'après des faits connus, je ne pense pas qu'on découvre aucune cause suffisante pour ce phénomène, si ce n'est l'oxidation des métaux qui forment les bases des terres et des alcalis. Je ne nierai pas cependant que les considérations tirées des expériences thermométriques faites dans les mines et aux sources thermales, montrent, avec quelque probabilité, que l'intérieur du globe possède une très-haute température ; or, si l'on admet que le noyau du globe est fluide, l'explication des feux volcaniques sera encore plus simple que celle qui vient d'être développée.

Quelle que soit l'opinion qu'on se forme ou qu'on adopte en définitive sur cette question, j'espère que les recherches auxquelles je me suis livré, sur les produits actuels d'un volcan en éruption, ne seront point sans intérêt pour la Société royale.

Note *sur la Théorie de l'Électricité.*

Par Mr J.-M.-H. Bigeon, employé des Douanes.

Il n'y a qu'un seul fluide électrique dont l'égale distribution dans tous les corps de la nature constitue l'état naturel et la distribution inégale, l'état électrique des corps.

Tel est le principe que j'ai adopté, et dont je me propose d'indiquer quelques conséquences.

Il ne paraît être, au premier abord, que la théorie de Franklin, théorie développée par Œpinus, et qui forcerait, à ce que l'on croit généralement, à admettre une répulsion permanente entre les particules des corps. Je vais tâcher de faire voir que l'on peut en tirer des résultats plus en rapport avec les faits généraux de la nature.

Admettons que les phénomènes électriques sont dus à un fluide impondérable, dont les molécules se repoussent en raison inverse du carré de la distance, se meuvent facilement dans certains corps, difficilement dans d'autres, et se distribuent dans l'intérieur des corps à peu près comme si ces derniers étaient sans ac-

tion sur elles. Cela posé, soient deux corps A et B en présence; s'ils contiennent sous un même volume autant de fluide électrique que le milieu ambiant, quelle que soit l'action de ce fluide, tout étant symétrique de part et d'autre, l'action réciproque de ces corps sera nulle; c'est le cas de l'équilibre électrique dans lequel tous les corps sous l'unité de volume contiennent une même quantité de fluide électrique, que nous désignerons par E.

A B A'

Je suppose maintenant que A et B, au lieu d'être à l'état de tension E, se trouvent dans des états électriques marqués par e et e', l'action réciproque de ces deux corps sera le produit de l'action de A par celle de B. Soit v le volume de A, que nous supposerons sphérique, ainsi que B, pour simplifier les raisonnemens; prenons à même distance de B et dans une position A' symétrique à A un volume sphérique égal à v; abstraction faite des espaces A et A', le reste du milieu ambiant agit symétriquement sur B, et ne produit dès-lors aucune tendance au mouvement. L'action de A se composera donc de la différence entre celle de A et celle de A', et sera ainsi proportionnelle à $v(e-E)$. B, de son côté, est attiré également dans tous les sens, abstraction faite de A, et fait partie du milieu ambiant pour la partie E de son électricité; il suffira donc de considérer l'excès de e' sur E, et v' étant le volume de B, la formule d'action réciproque sera $kvv'(e-E)(e'-E)$, k étant un coëfficient dépendant de la nature de l'action électrique, et devra être divisée par d^2 si on la considère pour une distance d des deux corps.

On voit que cette formule donne les attractions et répulsions électriques précisément dans les circonstances où l'expérience les a fait reconnaître.

Nous avons regardé tacitement l'électricité comme adhérente à chaque molécule des corps ; cela n'est sensiblement vrai que dans les premiers temps de l'action entre des corps peu conducteurs. Dans ce cas, l'action d'un seul corps électrisé ne suffit pas pour déterminer une attraction ou une répulsion, elle s'exerce en effet sur toutes les parties du milieu ambiant; toutes doivent donc tendre à la fois à s'approcher ou à s'écarter du corps électrisé, et cette tendance ne peut produire qu'un changement de densité dans ce milieu, s'il est compressible. Mais si, sans changer le milieu, le corps *B* devient conducteur, son électricité, mobile dans le corps, sera repoussée dans la partie la plus éloignée. La partie voisine, ayant moins d'électricité que le milieu ambiant, sera attirée plus fortement que n'est repoussée la partie la plus éloignée, et il y aura attraction.

Les savans calculs de M. Poisson, sur la distribution de l'électricité libre dans l'intérieur des corps conducteurs, s'appliquent naturellement à l'hypothèse d'un seul fluide, et à l'action qu'elle indique entre deux molécules électrisées. Il faut seulement ajouter alors une sorte d'incompressibilité au nombre des propriétés que nous avons supposées dans le fluide électrique, et admettre que la quantité d'électricité que l'on peut ajouter ou enlever est infiniment petite par rapport à celle que contiennent les corps.

Je serais porté à croire que le fluide électrique n'est pas incompressible, et que sa grande force élastique suffit

pour expliquer comment la différence de tension entre un corps électrisé et le milieu ambiant est sensiblement nulle dans l'intérieur du corps ; une analyse rigoureuse peut seule le démontrer : je me propose de traiter, si je puis, ce sujet aussitôt que le temps et les circonstances le permettront.

Je dirai un mot d'une expérience qui a paru à quelques personnes en contradiction avec l'hypothèse d'un seul fluide, c'est celle du moulinet électrique dans le cas d'une tension négative.

Cet effet est dû à la répulsion qui a lieu entre les parties d'un même courant ; on peut en donner une raison sensible en observant que la pointe et le milieu ambiant en contact se trouvent à chaque instant au même état électrique, et que dès-lors il doit en résulter une répulsion.

On peut se demander à quel état est l'électricité dans le milieu ambiant, si elle est adhérente à chacune de ses molécules, ou si elle en est indépendante et fait en quelque sorte partie de l'éther. Les attractions et répulsions électriques ont lieu dans le vide barométrique, comme l'a annoncé sir H. Davy ; et bien que ses expériences n'aient pas été faites dans un espace vide très-étendu, on est porté à en conclure que le vide peut contenir le fluide électrique, et dès-lors qu'il existe une partie de fluide indépendante du milieu pondérable, et non adhérente à ses molécules. Mais tout porte à croire qu'une partie y est adhérente. Ainsi, dans l'air atmosphérique, chaque molécule sera entourée d'une certaine quantité d'électricité qui ne s'en sépare que difficilement ; en ajoutant dès-lors à un même espace une

nouvelle quantité d'air, ou en enlevant une partie de celui qu'il renferme, ou en général en augmentant ou diminuant sa densité par un moyen quelconque, on augmentera ou on diminuera en même temps sa tension électrique, et les corps placés dans son intérieur, précédemment en état d'équilibre électrique, se trouveront trop peu ou trop électrisés par rapport à lui, et devront manifester dès-lors les propriétés électriques. C'est ce que j'ai observé en effet, en suspendant sous une cloche, en présence d'une boule de moelle de sureau fixe et isolée, une autre boule placée à l'extrémité d'un fil de gomme laque horizontal que soutient un simple fil de cocon. Une diminution très-faible dans la densité de l'air intérieur a toujours produit une répulsion considérable qui cessait en rendant l'air. On s'est assuré que l'électricité développée sur les boules dans le cas de la dilatation était l'électricité vitrée de Dufay ou la positive de Franklin, comme toutes les analogies devaient porter à le croire.

Cette expérience contredit, ce me semble, formellement la théorie des deux électricités; on ne peut, en ôtant du fluide naturel, laisser que du fluide naturel; et pour écarter cette difficulté, on serait, je crois, obligé d'admettre que l'air est chargé d'électricité positive, que l'éther au contraire, qui en est indépendant, est l'électricité négative. Mais une telle hypothèse est-elle bien admissible? Je ne m'arrêterai pas à la discuter; on pourra, j'espère, démontrer directement qu'il n'en est pas ainsi, et elle conduirait, de même que la théorie que je viens d'indiquer, relativement à plusieurs phénomènes, et surtout pour l'électricité atmosphérique,

à des conséquences intéressantes, et que j'ai le projet d'étudier incessamment par la voie de l'expérience.

On conçoit que l'on peut varier l'expérience ci-dessus d'un grand nombre de manières plus ou moins brillantes. Toutes sont l'expression d'un même fait, et elles viendront sans peine à l'esprit des personnes habituées à ce genre de considérations. Je me propose, au reste, de reprendre plus en détail cette théorie et ses conséquences ; mais j'ai pensé que la Note que je viens de lire pourrait, telle qu'elle est, n'être pas sans intérêt, et faire naître quelques idées nouvelles sur le mode d'action du fluide électrique.

Lorient, 30 juin 1826.

EXAMEN *chimique, par M.* Vauquelin, *de l'Ipécaçuanha* branca, *racine du viola ipecacuanha* (*ipécacuanha blanc*) rapporté par M. *Tannay* fils, de Rio-Janéiro.

CETTE racine est d'un blanc pâle, rameuse, de la grosseur d'une plume à écrire, tortueuse, et présentant des strangulations par intervalles inégaux. Sa cassure est nette, peu résineuse ; son odeur est désagréable, et sa saveur, d'abord peu sensible, est ensuite âcre et nauséabonde ; sa partie ligneuse, le medullium, est plus épaisse que l'écorce qui la recouvre.

On a mis 16 grammes de cette racine réduite en poudre fine à macérer dans l'eau pendant quarante-huit heures. La liqueur décantée, on a versé une nou-

velle quantité d'eau sur la poudre et on l'a laissée macérer le même temps. L'eau, cette fois, s'est à peine colorée ; l'on a décanté de nouveau, et l'on a traité le résidu par l'eau bouillante jusqu'à ce que la racine fût épuisée. Toutes les liqueurs réunies et filtrées ont été évaporées à une chaleur très-douce.

Le liquide s'est troublé et a déposé des flocons d'un blanc sale, qu'on a recueillis au moyen d'un filtre pesé, et qu'on a reconnus pour être de l'albumine, à l'ammoniaque et à l'huile fétide qu'ils ont fournies à la distillation.

La liqueur, dont on avait séparé cette albumine, concentrée convenablement, a été traitée par une petite quantité de sous-carbonate de magnésie pour saturer l'acide qui s'y trouvait.

Il s'est formé un sel insoluble, qu'on a séparé par le filtre et qu'on a reconnu pour être une combinaison d'acide gallique et de magnésie, à la vérité en très-petite quantité.

La liqueur, évaporée de nouveau au bain-marie jusqu'à siccité, a fourni un extrait brun qui attirait légèrement l'humidité. L'alcool à 38°, appliqué à froid à cet extrait, a dissous la résine et l'émétine, et les autres matières sont restées intactes. On a filtré et fait évaporer au bain-marie jusqu'à siccité ; l'extrait obtenu était encore foncé en couleur ; traité par l'eau chaude, l'émétine s'est dissoute et la résine s'est séparée.

La dissolution d'émétine, évaporée à une douce chaleur jusqu'à parfaite dessication, pesait un gramme et

demi (1). En reprenant par l'alcool bouillant le précipité formé, lors de la séparation de l'émétine et de la résine, et en filtrant, l'on obtient une matière grasse et de la cire qui se précipite par le refroidissement : le résidu, traité par l'eau froide, a été dépouillé de la gomme, et la fécule amylacée s'est précipitée.

Toutes ces matières, ainsi séparées et séchées, ont donné en poids, savoir :

Emétine	1,50 ;
Résine	0,60 ;
Gomme	0,20 ;
Albumine	0,30 ;
Amidon	3,20 ;
Matière cristallisée en écailles	0,85 ;
Matière ligneuse	7,00 ;
Matière grasse et cire, quantité indéterminée.	0,00.
	15,95.
Perte	0,05.

(1) Il est à remarquer que, quand la solution d'émétine est exposée à la chaleur, elle est à peine tiède qu'il se forme à sa surface une pellicule qui bientôt se brise et nage dans la liqueur. Cette matière, séparée avec soin et séchée, se présente sous la forme d'écailles, n'ayant point d'odeur mais une saveur âcre. Une portion de cette matière, chauffée au rouge dans un tube de verre, a donné un produit qui a ramené au bleu un papier de tournesol préalablement rougi, et elle avait l'odeur des matières animales décomposées. Cette vapeur en se condensant a déposé sur les parois du

L'on voit, par les résultats de cette analyse, que la racine apportée de Rio-Janéiro, sous le nom d'*ipecacuanha branca*, contient les mêmes principes que l'ipécacuanha ordinaire, et qu'elle pourra lui être substituée en médecine, mais à des doses plus grandes, car elle contient moitié moins d'émétine que l'ipécacuanha gris. Au reste, ces résultats se rapportent assez exactement à ceux que M. Pelletier a obtenus de l'ipécacuanha blanc de Cayenne.

Sur *la Formation du Cyanure de potassium.*

On connaît l'expérience par laquelle Schéele est parvenu à obtenir du cyanure de potassium en chauffant au rouge un mélange de charbon et de potasse sur lequel on projette du sel ammoniac.

M. Desfosses, pensant que l'ammoniaque devait jouer un grand rôle dans la formation du cyanure de potassium, a fait quelques essais dont nous citerons les principaux.

Un mélange de carbonate de potasse et de charbon, chauffé au rouge dans un tube de verre, et à travers

---

tube une matière jaune, comme grasse : mise sur un charbon ardent, elle répand une fumée blanche et laisse un résidu noir : l'alcool la dissout et acquiert une saveur amère un peu âcre. Il est présumable que c'est cette matière qui communique la saveur amère et âcre à l'émétine ; car avant cette séparation cette dernière était en effet très-âcre.

lequel on a fait passer du gaz ammoniaque ou du carbonate d'ammoniaque, a donné une grande quantité de bleu de Prusse. Cette expérience revient évidemment à celle de Schéele.

En plaçant au fond d'un canon de fusil une once de corne de cerf râpée, et par dessus un mélange de 4 gros de carbonate de potasse et 2 gros de charbon, on a obtenu, après une calcination convenable, 48 grains de bleu de Prusse. Les mêmes matières, mélangées, n'en ont produit que 26 grains.

M. Desfosses conclut de ces expériences, que, pendant la calcination des matières animales avec la potasse, le cyanogène ne se produit pas par la combinaison immédiate de l'azote avec le carbone, mais qu'il se forme aux dépens de l'ammoniaque décomposée subséquemment par le carbone. Il cite encore, à l'appui de son opinion, que l'on obtient la même quantité de bleu d'une matière animale seulement desséchée, ou préalablement carbonisée. Mais cette opinion ne nous paraît nullement admissible; on ne conçoit pas la nécessité de former de l'ammoniaque pour la décomposer aussitôt, et il suffit d'ailleurs de remarquer qu'on obtient encore un très-bon produit de cyanure de potassium en calcinant avec la potasse une matière animale chauffée jusqu'au point de ne plus donner de carbonate d'ammoniaque. La différence dans la quantité des produits obtenus en superposant la potasse sur la matière animale, ou en la mélangeant avec, dépend de toute autre circonstance que de celle assignée par M. Desfosses. L'essai qui a été fait en grand du premier moyen a donné un résultat plus désavantageux que celui ob-

tenu par l'ancien procédé ; mais M. Desfosses l'explique en disant que l'action s'est bornée à la surface de la masse alcaline.

En faisant passer du gaz azote sur un mélange de potasse et de charbon chauffé au rouge, on obtient du cyanure de potassium en quantité très-notable, mais inférieure à celle que fournit le procédé ordinaire.

La soude, suivant M. Desfosses, ne se cyanure pas à beaucoup près aussi bien que la potasse : un mélange de ces deux alcalis n'a pas donné un résultat de beaucoup meilleur que celui qu'on aurait obtenu avec la potasse seule. Il pense que cette différence dépend de ce que la soude se réduit plus difficilement que la potasse, et que c'est la même cause qui empêche les terres alcalines de se cyanurer en les calcinant avec les matières animales.

(*Journal de Pharmacie*, tome XII.)

SUR *le Procédé proposé par M.* Brard *pour reconnaître immédiatement les pierres qui ne peuvent pas résister à la gelée, et que l'on désigne ordinairement par les noms de* pierres gelives *ou* pierres gelisses.

IL importe extrêmement, pour juger de la durée dont les bâtisses seront susceptibles, de déterminer *d'avance*, *par des essais prompts et faciles*, si les pierres qu'on va employer, résisteront à l'action destructive de l'humidité et de la gelée. Ce problême, cependant, était

resté, jusqu'à ces dernières années, sans solution satisfaisante, quoique les plus habiles architectes s'en fussent occupés. M. Brard, auteur de quelques ouvrages estimés, a enfin rempli cette fâcheuse lacune dans l'art de bâtir. Le moyen qu'il a proposé satisfait à tous les besoins; les essais, qu'on en a faits dans divers lieux, ont donné les résultats les plus satisfaisans; il nous a donc semblé que nous ne devions pas différer plus longtemps à le faire connaître; nous allons d'abord employer les propres expressions de l'auteur :

« Les pierres gelives par éclats irréguliers, dit M. Brard, sont assez souvent des roches calcaires, compactes, à la surface desquelles on observe des filets droits, gris ou jaunes, d'une finesse extrême et qui s'entrecoupent dans tous les sens.

« Le second mode appartient aux calcaires argileux fissiles, aux schistes grossiers et aux roches micacées.

« Enfin les pierres qui s'égrènent sont les plus communes : on en rencontre parmi les roches calcaires à gros grain et à grain fin, dans certains granits et surtout parmi les grès. Je ne dis pas que toutes ces pierres sont gelives, j'indique seulement la manière dont elles se détériorent à la gelée, quand elles ne peuvent lui résister.

« La force qui rompt l'adhérence des pierres gelives quand on les expose aux atteintes de la gelée et aux alternatives des saisons, qui se succèdent si rapidement en Europe, est la même force ou la même cause qui fait éclater les arbres de nos forêts, et qui brise les vases de terre et de verre dans lesquels on fait congeler de l'eau. Cette force expansive, qui tient à l'augmentation

qu'éprouve le volume du liquide au moment où il se cristallise, c'est-à-dire à l'instant où il passe d'un état dense à un état moins dense; cette force, qui tend à écarter les parois des vaisseaux ou des cavités qui lui opposent de la résistance, n'est cependant pas d'une très-grande énergie quand l'eau n'est point à l'état de glace dure, mais seulement à l'état de givre, puisque de légers obstacles en balancent l'effet. Je la crois du nombre de ces agens qui détruisent lentement, et, pour ainsi dire, pièce à pièce et en détail. Sans aller puiser nos exemples ailleurs que dans les pierres mêmes qui nous occupent, nous dirons, à l'appui de cette opinion, que c'est seulement à la surface des rochers que son action se fait sentir, et que, quand il arrive à des pans entiers de se séparer de la masse des montagnes, ce n'est qu'à la suite de plusieurs hivers employés à les ébranler, et par les efforts accumulés de la gelée et de la pluie, qui tendent à leur faire perdre tout aplomb. Ce qui se passe dans la nature se répète journellement sous nos yeux, par rapport à nos édifices : rarement on voit des pierres d'appareil se briser en gros quartiers par l'effet de la gelée, quand même elles sont aux prises avec l'air sur plusieurs faces à la fois, excepté quand l'eau s'introduit dans une cavité spacieuse, naturelle ou faite de main d'homme; c'est toujours ou presque toujours leur surface qui est attaquée; et comme on pourrait objecter à cette observation que cet effet, en quelque sorte superficiel, tient à ce que l'eau ne peut pénétrer qu'à une faible profondeur, on dira que les pierres nouvellement extraites de la carrière sont imprégnées d'humidité dans toute leur épaisseur, et que

cependant l'effet de la gelée dépasse rarement un ou deux pouces de profondeur : encore suffit-il de les recouvrir de recoupes et de paille pour les en garantir complètement. Mais si la faculté destructive de l'eau congelée ne peut agir qu'à une faible distance de la surface, et si l'on veut voir dans cette action limitée l'une de ces lois sages de la nature, qui a voulu que les montagnes du premier ordre ne s'abaissassent que d'une manière lente et insensible, il n'en est pas moins certain cependant que cette force existe, et que ses effets en sont les preuves palpables : aussi est-on plus porté à l'exagérer qu'à la méconnaître. Néanmoins, si les efforts de l'eau congelée n'étaient pas aussi bornés, et si de légers obstacles ne suffisaient pas pour les balancer, on conçoit que la plupart des roches seraient gelives, puisqu'elles sont toutes susceptibles d'absorber l'eau avec plus ou moins d'avidité, et que l'on pourrait même poser en principe qu'il n'existe pas une roche, à une faible profondeur en terre, qui ne soit empreinte d'une certaine dose d'humidité, que l'on nomme vulgairement *eau de carrière*; et, malgré cela, la plupart de ces pierres, naturellement humides, sont susceptibles de soutenir l'effet de la gelée sans se détériorer. J'insiste en ce moment sur le peu d'énergie de l'eau glacée, afin de prévenir une objection au sujet de l'agent que je proposerai bientôt pour remplacer la congélation de l'eau à l'état de givre.

« Non-seulement le degré d'adhérence des molécules doit s'opposer à l'effet de la gelée, mais encore leur mode d'arrangement, et par conséquent la forme et la disposition des vides qui les séparent. Que l'on me per-

mette une comparaison : si l'on prend deux vases de terre parfaitement semblables pour l'épaisseur, pour la capacité et pour le degré de cuisson, mais que l'un ait la forme d'un cône renversé, et l'autre celle d'un cône reposant sur sa base, de manière à ce que l'ouverture du premier soit large et spacieuse, et que celle de l'autre soit étroite : si l'on emplit ces deux vases avec de l'eau, et qu'on les expose à un froid capable de les faire congeler, le vaisseau à large orifice résistera à l'action expansive de l'eau glacée, tandis que l'autre sera infailliblement brisé. Ces effets opposés tiennent à ce que l'eau contenue dans le premier vase n'éprouve aucun obstacle à sa dilatation, puisqu'elle peut déborder sans agir sur les parois : tandis que, dans le second, tout l'effort produit par cette même dilatation se porte directement sur toute la capacité du vaisseau, dont l'ouverture étroite ne permet point à l'eau de déborder, comme dans le premier exemple. Maintenant, si l'on imagine une masse composée d'une infinité de petites cellules pareilles, pour la forme, au vase à large ouverture, et une autre masse composée de cellules semblables, pour la figure, au vaisseau à orifice étroit, il est certain que la première n'éprouvera aucune altération par l'action de la gelée, tandis que la surface de la seconde masse sera désagrégée par suite de la rupture de toutes les cellules qui la composent. On pourrait donc expliquer ainsi, mais jusqu'à un certain point cependant, comment les pierres de même aspect se comportent d'une manière toute différente quand on les expose à la gelée. Je citerai encore un exemple qui vient à l'appui de ce qui a été avancé plus haut, sur l'influence que peuvent

exercer la forme et l'étendue des vides qui séparent les molécules composant les pierres. Que l'on batte du sable fin dans une caisse et du sable grossier dans une autre ; qu'on les imbibe d'eau et qu'on les expose ensuite à l'action de la gelée, la surface du sable fin sera poussée au dehors par la gelée qui l'aura soulevée, tandis que, dans la seconde caisse, elle se sera fait jour à travers les graviers, et la surface sera restée plane. On pourrait ajouter une infinité de faits à l'appui de cette manière d'envisager l'action expansive de la gelée, d'où résulte la force désagrégeante qui nous occupe ; mais je crois avoir suffisamment prouvé que c'est réellement de cette manière qu'elle agit sur les pierres qui cèdent à son action. Cela étant reconnu, il s'agissait, pour résoudre le problème, de trouver un agent dont les effets fussent analogues à ceux de l'eau congelée : or, la première idée qui se présente est celle de produire un froid artificiel, et d'y exposer la pierre que l'on veut étudier, autant de fois que la prudence l'exigerait, pour que l'on pût en obtenir une conviction satisfaisante. Ce moyen serait sans doute le meilleur de tous, s'il était praticable en grand ; mais comme il ne l'est point, et que les substances réfrigérantes pourraient d'ailleurs altérer certaines pierres et déguiser ainsi l'action de la gelée proprement dite, il faut renoncer à ce procédé, malgré tous les avantages qu'il semblerait promettre. Maintenant, si l'on compare l'eau congelée à un sel cristallisé ; que l'on rapproche ses effets de ceux des substances salines, qui s'effleurissent à la surface des pierres, et qui finissent même par les réduire en poudre, on entrevoit un commencement d'analogie, qui se fortifie

de plus en plus à mesure que l'on en compare les résultats.

« C'est en examinant, je l'avoue, l'effet d'un sel sur des vases de terre cuite, que j'espérai pouvoir atteindre le but que je me proposais, en substituant l'action d'un *sel mural* à celle de l'eau congelée. J'avais par-devers moi quelques anciennes observations sur la force expansive des sels; je savais que certaines galeries de salines situées en Bavière ou en Tyrol s'étaient obstruées, dans l'espace de peu d'années, par l'action seule du muriate de soude, dont la roche est pénétrée en tout sens; je n'ignorais point que le toit et le mur de plusieurs couches de houille se réunissent quand le combustible est enlevé par le fait seul du gonflement des schistes alumineux; je savais aussi que la craie dont on se sert pour bâtir, à Malte, tombe en poussière quand l'eau de mer vient à la toucher; enfin, j'ai rassemblé toutes ces données, et j'ai commencé les expériences dont je vais rendre compte, en éliminant toutes celles qui ne m'ont amené à aucun résultat satisfaisant.

« Le nitrate de potasse, le muriate de soude, le sulfate de magnésie, le carbonate et le sulfate de soude, l'alun et le sulfate de fer, s'effleurissent assez généralement à la surface des roches qui les contiennent, et les réduisent en poudre ou en éclats absolument de la même manière que le fait l'eau congelée par rapport aux pierres gelives : or, j'ai mis une suite assez nombreuse de pierres d'appareil, de diverses natures, successivement aux prises avec chacun de ces sels, afin de pouvoir choisir ensuite celui dont la force expansive me semblerait la plus énergique et la plus active. Le sul-

fate de soude (vulgairement sel de Glauber) m'a paru mériter la préférence, puisque c'est avec lui que j'ai fait toutes les expériences qui m'ont le plus parfaitement réussi. Passant donc sous silence tous les essais qui n'ont eu aucun succès, et toutes les épreuves qui m'ont conduit au procédé que je considère aujourd'hui comme le meilleur à employer pour reconnaître les pierres de mauvaise qualité, je dirai que lorsqu'on veut s'assurer si une pierre d'appareil est susceptible ou non de résister à l'action de la gelée, il faut la faire bouillir dans une dissolution saturée à froid de sulfate de soude, pendant une demi-heure, la retirer et la placer ensuite dans un vase plat, au fond duquel on verse environ une ligne d'épaisseur de cette même dissolution, de manière à ce que la pierre en épreuve y trempe légèrement et par sa base seulement. On placera le tout dans un appartement chaud, si c'est en hiver, ou dans un grenier, si c'est en été, afin de faciliter l'efflorescence du sel dont la pierre est imprégnée : au bout de vingt-quatre heures, on trouvera l'échantillon couvert d'efflorescences neigeuses et la liqueur évaporée ou absorbée. On aspergera légèrement la pierre avec de l'eau pure, jusqu'à ce que toutes les aiguilles salines aient entièrement disparu, et que la pierre, que l'on ne doit point sortir du vase, soit bien lavée. Il n'est point rare de trouver tout à l'entour de l'échantillon, dès cette première lotion, des grains, des feuillets ou des fragmens anguleux qui s'en sont détachés, et beaucoup d'autres déjà soulevés, si l'on opère toutefois sur une pierre gelive. Ici, l'expérience marche, mais n'est point terminée : il faut laisser effleurir de nouveau, puis ar-

roser et continuer ainsi pendant cinq à six jours ; au bout de ce temps, si la température a été sèche et que les efflorescences se soient bien formées, on doit être fixé sur les bonnes ou mauvaises qualités de la pierre en épreuve. On lave alors l'échantillon à grande eau, l'on recueille tout ce qui s'en est détaché pendant le cours de l'expérience, et l'on juge, par la quantité de ces parties désunies, du degré d'altération qu'elle éprouverait un jour si on l'exposait à l'action de la gelée.

« Les pierres très-gelives que j'ai soumises à cette épreuve se sont détériorées dans le courant du troisième jour, quelques-unes se sont entièrement éboulées ; celles qui sont moins mauvaises ont résisté cinq à six jours ; mais peu de pierres, excepté les granits durs, les calcaires compacts et les marbres blancs, ont pu supporter l'épreuve pendant trente jours consécutifs. Il est donc un terme où il faut s'arrêter, et je crois que huit jours doivent suffire.

« Pour peu que l'on soit familiarisé avec ces sortes d'expériences, on s'explique facilement tout ce qui doit se passer dans le courant de l'épreuve dont il s'agit. L'eau bouillante et chargée de sel dilate la pierre et la pénètre, à une certaine profondeur, à peu près comme l'eau pluviale s'introduit à la longue dans l'intérieur des pierres exposées aux intempéries de l'atmosphère. L'eau pure, en se congelant, occupe un plus grand volume qu'à l'état de fluide, aussi se fait-elle jour à travers les pores de la pierre, en faisant effort contre les parois des cellules, qui ne peuvent plus la contenir dans ce nouvel état. De même le sel tenu en dissolution, au moment où il s'est introduit dans l'intérieur de la

pierre, est forcé de se faire jour à l'extérieur, à mesure que son dissolvant s'évapore et le force à reprendre sa forme solide, sous laquelle il occupe également beaucoup plus de place. On conçoit que les lotions et les effloraisons réitérées, qui sont prescrites ci-dessus, n'ont d'autre but que d'achever de séparer toutes les parties qui tendent à se détacher de la masse, et qui ne sont qu'ébranlées au commencement de l'épreuve. Je ferai remarquer encore une analogie frappante entre l'effet de l'eau congelée et celui de l'effloraison des sels sur la désagrégation des pierres gelives : c'est que l'eau pure n'agit elle-même sur les pierres qu'à l'état d'efflorescences neigeuses, qui viennent évidemment de l'intérieur à l'extérieur, comme les efflorescences salines; tandis qu'à l'état de glace dure, elle peut séjourner à la surface des pierres gelives sans les attaquer, et il en est encore de même des sels cristallisés, qui n'ont, dans cet état, aucune action sur ces pierres particulières.

« Ces expériences ont été faites par suite de l'invitation réitérée de MM. G. Lepère et Vicat, qui, sachant que je m'occupais depuis long-temps de la rédaction d'une minéralogie appliquée aux arts, me recommandèrent ce sujet, comme étant l'un des plus importans que l'on puisse traiter. Je désire que mon travail soit à la hauteur de la question; je n'ose m'en flatter; mais je puis cependant affirmer que les nombreux échantillons, qui m'ont été adressés par ces deux savans ingénieurs, se sont comportés, dans mes épreuves, absolument de la même manière que quand on expose ces pierres d'appareil à l'action de la gelée. Je crois donc pouvoir en conclure que l'effloraison de ce sel a tout autant d'ac-

tion sur les pierres gelives que peut en avoir l'eau congelée.

« Je ne prétends pas avoir atteint de prime abord le degré de perfection que l'on a droit d'attendre d'une plus longue expérience ; mais je ne doute pas que ce nouvel agent ne soit susceptible des plus heureuses applications, soit pour éprouver la solidité des briques, soit pour déterminer la qualité des ardoises nouvellement extraites, etc. M. l'ingénieur des mines, Gardien, pense que certains sulfates terreux auraient encore plus d'énergie que les sulfates alcalins. J'ai entrevu plusieurs faits, dans le courant de mes expériences, qui pourront jeter quelque jour sur le phénomène de l'efflo-raison des sels, sujet neuf encore, et qui intéresse plusieurs branches d'industrie manufacturières. »

Nous allons maintenant rapporter, à l'appui du procédé de M. Brard, les résultats obtenus par divers expérimentateurs.

Expériences faites par M. Vicat, ingénieur des ponts et chaussées, chargé de la construction du pont de Souillac sur la Dordogne, département du Lot.

Le but de cette série d'expériences est de prouver que le sulfate de soude peut produire sur les pierres plus d'effet que la gelée de nos climats quand on sature l'eau à chaud, et que ce même effet reste au dessous de celui de la gelée quand on la sature à froid.

Le 18 juin 1821, dit M. Vicat, j'ai mis en expérience soixante-quinze espèces de mortiers à chaux com-

mune, différant seulement par la proportion de sable et par le mode d'extinction de la chaux, plus une douzaine de mortiers à chaux hydraulique, et enfin deux pierres, dont l'une non gelive et l'autre douteuse.

Les soixante-quinze mortiers de la première espèce avaient été, l'hiver dernier, trempés dans l'eau bouillante et exposés ensuite aux intempéries; l'hiver ayant été fort doux, ils n'ont éprouvé qu'un froid de — 6° centigrades pendant une matinée seulement, et trois ou quatre autres fois un froid de —2°. Ainsi rien n'avait été bien décisif dans cette expérience; mais les mêmes mortiers, aujourd'hui âgés de sept ans, avaient subi une épreuve assez rigoureuse la première année de leur fabrication : les plus gras s'étaient détériorés et les plus maigres avaient tenu bon.

L'efflorescence du sulfate de soude a commencé à en attaquer une bonne partie après vingt-quatre heures; presque tous après quarante-huit heures, et tous, moins deux, après trois jours, et cela très-complètement.

Des douze mortiers à chaux hydraulique, qui tous avaient bravé l'hiver assez dur qui suivit l'année de leur fabrication, le plus maigre, et deux ou trois autres seulement, ont tenu au delà de huit jours, ainsi que la pierre non gelive; la douteuse a été attaquée le second jour.

Pendant la durée des expériences, le thermomètre centigrade a marqué de 30 à 33° au milieu du jour, et de 24 à 27° dans la nuit.

Les efflorescences ont poussé en longues aiguilles neigeuses, sur quantité d'échantillons, et en aiguilles

très-courtes (ou givre) sur d'autres, qui n'en ont pas moins été attaqués.

J'ai conclu de ce qui précède, que l'efflorescence du sel de Glauber est, après le deuxième jour, déjà beaucoup plus forte que la gelée de 5 à 6°.

Le 26 juin, j'ai repris les expériences sur d'autres échantillons, savoir :

N° 1, sur une pierre calcaire des carrières de Borèze;

N° 2, sur une pierre de Vérignac, l'une et l'autre reconnues pour bonnes par l'expérience;

N° 3, sur une pierre également calcaire de Lauzac, qui a bravé l'hiver de 1819;

N° 4, sur une autre qui a cédé à l'hiver de 1819;

N°s 5 et 6, sur des échantillons de tuiles plates et creuses, qui ont bravé dix hivers, et qui se sont recouverts de lichens;

N°s 7 et 8, sur deux échantillons de mortiers du pays, assez friables, fabriqués pour le scellement d'un poteau-mire établi sur une montagne, et ayant passé dix hivers, dont un de 12°.

Tous ces échantillons, pris très-secs, ont été immergés pendant une demi-heure dans une dissolution bouillante de sulfate de soude, c'est-à-dire tenant en poids plus de sel que d'eau, tellement qu'après l'opération il se formait déjà au fond du vase un précipité, dû à l'évaporation d'une partie de l'eau employée.

Après vingt-quatre heures, le n° 1 offrit des parcelles détachées, en si grande quantité, que l'on a jugé qu'elles avaient dû être primitivement ébranlées par le coup de marteau qui a séparé l'échantillon du bloc.

Les n°s 2, 3 et 4 n'ont rien offert de nouveau.

Les nos 5 et 6 ont commencé à s'égrener en dessus, dans la partie non lissée, et à se dépouiller des lichens dont ils étaient couverts sur cette même face.

Les nos 7 et 8 étaient en décomposition complète.

Après quarante-huit heures, le no 1 continue à abandonner des parcelles; les nos 2 et 3 s'égrènent autant que le no 1; le no 4 est moins attaqué que les précédens; les nos 5 et 6 se délitent; les nos 7 et 8 sont en poussière.

Pendant le cours de ces dernières expériences, le thermomètre centigrade a marqué, le jour, 27 à 29°, et la nuit, 21 à 23°.

Ces expériences prouvent que l'action de la dissolution de sulfate de soude, saturée à chaud, tendrait à présenter comme très-gelifs des mortiers et des tuiles qui ont subi, sans altération, les intempéries de dix hivers, dont un de 12° au moins, et que l'on n'en pourrait tirer d'autre conséquence, si ce n'est que toute pierre qui résistera bien à l'action du sulfate de soude résistera certainement à la gelée; mais que toute pierre qui résistera bien à la gelée ne résistera pas à l'action de la dissolution de sulfate de soude saturée à chaud, en sorte que l'on serait exposé à rejeter de bonnes pierres, si l'on employait une dissolution aussi chargée de sel.

Le 14 août 1822, un très-grand nombre de pierres, de briques et de mortiers, dont les qualités me sont bien connues, ont été imbibés simultanément, et dans des circonstances absolument semblables, savoir:

1re série,	dans une dissolution	bouillante	tenant	100	d'eau	et 100	de sel.
2e série,	*id.*	*id.*	*id.*	100	*id.*	et 0,75	*id.*
3e série,	*id.*	*id.*	*id.*	100	*id.*	et 0,50	*id.*
4e série,	*id.*	*id.*	*id.*	100	*id.*	et 0,25	*id.*
5e série,	*id.*	*id.*	*id.*	100	*id.*	et 0,10	*id.*

Comme je m'y attendais, les accidens ont été proportionnés à la quantité de sel introduite dans la dissolution, c'est-à-dire que rien ne s'est manifesté dans les quatrième et cinquième séries; que ceux de la première et de la deuxième ont été égaux, et que la troisième seulement a offert des résultats variés, en raison de la qualité des pierres, des briques et des mortiers essayés.

J'ai aussi remarqué que l'action désagrégeante du sel diminue considérablement quand, au lieu de faire bouillir les échantillons pendant une demi-heure, on ne les tient que dix minutes, et quoiqu'il y ait certitude que la liqueur a pénétré jusqu'au centre des échantillons mis en épreuve.

Les efflorescences s'atténuent après plusieurs jours de lotions consécutives; leur force d'expansion diminue dans le même rapport, tellement que des échantillons, qui d'abord menaçaient de se réduire totalement en poussière, finissent par laisser un noyau qui résiste à toutes les efflorescences ultérieures, et ce noyau pourtant serait attaqué de nouveau si on le replongeait dans une nouvelle dissolution saline.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas encore dire, par exemple, que tel dégré de saturation de la liqueur et telle durée des lotions répondent à tel degré de froid; mais en procédant d'une ma-

nière relative, c'est-à-dire en faisant marcher de front avec les échantillons inconnus des échantillons de pierres bien connues, et en appréciant la manière de se comporter des unes par rapport aux autres, on peut tirer le plus grand parti de cette excellente découverte. Ainsi, par exemple, je lui dois de savoir qu'un mortier âgé de dix ans, composé de cent parties en volume de chaux grasse, éteinte spontanément depuis un an et abritée, et mesurée en pâte, plus cinquante parties de sable ordinaire, a soutenu admirablement, pendant dix-sept jours, l'épreuve de la dissolution saturée à chaud; tandis que les meilleures pierres du pays avaient cédé depuis long-temps : *Avis à ceux qui ont tant écrit et tant parlé contre la chaux éteinte à l'air, et contre l'opinion desquels j'ai eu à lutter tout seul, sans pouvoir invoquer à mon aide d'autre expérience que la mienne.* *Signé* Vicat.

Expériences faites à Bordeaux sur les briques, par M. Billaudel, ingénieur des ponts et chaussées, chargé de la construction du pont de cette ville.

Le 24 décembre 1821, il a été pris indistinctement, dans les approvisionnemens du pont de Bordeaux, des briques provenant de fabriques différentes. La nature de la terre était variable, les unes ayant pris une couleur plus ou moins rouge, tandis que d'autres étaient devenues plus ou moins blanches, par l'effet de la cuisson.

Ces briques ont été plongées, pendant une demi-heure, dans une solution bouillante et saturée de sulfate

de soude, conformément aux prescriptions de M. Brard. On les a retirées de l'eau et placées de champ dans de petits baquets de bois, où elles ont séjourné jusqu'à ce jour, c'est-à-dire pendant l'espace de près de quatorze mois. On avait le soin de les arroser d'eau pure tous les deux, trois, quatre ou cinq jours, et d'entretenir la température de l'appartement à 10 ou 15 degrés pendant les mois d'hiver, les abandonnant à la température ordinaire pendant les mois d'été. Le sel se montrait en efflorescences à la surface des briques, jusqu'à ce que l'eau versée le fît fondre et pénétrer de nouveau dans le corps de la brique.

Les conséquences générales que l'on a pu tirer des résultats de ces expériences, se sont trouvées conformes aux données fournies par les observations pratiques de tous les constructeurs.

1°. Toute brique qui est imparfaitement cuite, quelle que soit la qualité de la terre, est sujette à se décomposer et à se réduire progressivement en poudre par l'action de la gelée.

2°. Une décomposition semblable s'opère par l'effet de l'efflorescence du sulfate de soude, qui agit surtout d'une manière très-sensible sur les arêtes des briques, dont il arrondit les angles.

3°. Les briques, quelle que soit la couleur qu'elles prennent à la cuisson, par la nature de leurs élémens, résistent parfaitement à la gelée quand cette cuisson a été prolongée jusqu'au point de les porter au rang des briques nommées *biscuites* par les constructeurs.

4°. Ces mêmes briques *biscuites* n'ont souffert au-

cune altération par suite de l'efflorescence prolongée du sulfate de soude.

5°. Comme il est plus facile de juger, à la couleur, du degré de cuisson des briques blanches que de celui des briques rouges, les premières ont paru en général moins [illegible]érables que les autres; ce qui tient peut-être à ce que l'on avait considéré comme *biscuites* des briques rouges qui n'avaient pas atteint ce degré de cuisson.

Cette dernière remarque ne peut détruire cependant l'observation consignée dans l'*Encyclopédie méthodique* (article *Briqueterie*), savoir, *qu'il n'est guère de vallée dont la terre, soumise à une manipulation soignée et à une cuisson soutenue, ne puisse fournir matière à la fabrication de briques capables de résister à toutes les intempéries de l'air*.

Il n'entre point dans l'objet de cette Note d'examiner la question de savoir quels sont les élémens qu'il faut chercher de préférence dans la fabrication des briques.

Signé Billaudel.

Procès-verbal d'une expérience faite sur trente espèces de pierres d'appareil, essayées suivant le procédé de M. Brard, par M. Conrad, ingénieur des ponts et chaussées, chargé de la navigation des rivières de la Corrèze, de la Vezère et de la Dordogne.

Le but de cette expérience était de s'assurer, à l'avance, de la qualité des pierres d'appareil dont on pourrait disposer pour la construction des barrages et écluses à exécuter sur les rivières de Corrèze et de Vezère, et de connaître surtout celles qui ne sont pas susceptibles de résister à l'action de la gelée.

A cet effet, on a fait tailler deux collections d'échantillons cubiques, de 0,05 de côté, afin de réserver l'une et de sacrifier l'autre à l'épreuve.

Cette double collection se composait,

1°. De quatre variétés de calcaire blanc oolithique, compactes et sonores, des environs de Brive, qui s[illegible] employées dans la construction du château de Noailles, et dont on trouve des débris dans quelques vestiges de fabriques romaines, à la Boissière et à Issandon;

2°. De cinq variétés de grès psammite, arkos ou bigarré, plus ou moins grossières, où le quartz et le feldspath dominent, et qui sont exploitées aux environs de Brive et de Terrasson;

3°. De six variétés de grès micacé, dites *molasses*, dont trois sont employées à la construction des maisons de Brive et de ses environs, et les trois autres sont encore nouvelles;

4°. De huit variétés d'un calcaire plus ou moins marneux, qui sont superposées au terrain houiller de cette contrée, et dont plusieurs n'ont jamais été mises en œuvre;

5°. De sept variétés de calcaire madréporique plus ou moins friables, d'une contexture lâche et grossière, et qui sont exploitées entre Montignac et Limeuil.

Tout étant ainsi disposé, classé et numéroté avec soin, l'on a pesé exáctement chaque cube, avant de le plonger dans la lessive bouillante, qui tenait cinquante pour cent de sulfate de soude en dissolution; on les y a laissés séjourner pendant trente minutes, après quoi ils ont été retirés et pesés de nouveau. L'on a tenu note de l'augmentation de leur poids pendant cette demi-

heure d'ébullition. Placés ensuite chacun dans un vase, on y a versé quelques gouttes de la dissolution encore chaude, et l'expérience a été abandonnée à elle-même.

Le 12 juin, jour de l'expérience, il a tombé de l'eau; le thermomètre marquait 15° au dessus de zéro. L'atmosphère est restée sombre et humide jusqu'au 16 : aussi les efflorescences n'ont-elles commencé à se manifester que dans la nuit du 16 au 17.

Le 17, au matin, quelques calcaires marneux étaient attaqués et avaient déjà perdu leurs angles et leurs arêtes; l'expérience était en pleine activité; on aspergea avec de l'eau pure.

Le 18, un plus grand nombre avaient été attaqué, et l'on pouvait déjà pressentir quelles seraient les pierres à réformer; on aspergea de nouveau.

Enfin, le 19 au matin, ayant jugé que l'expérience était arrivée au point où l'on pouvait apprécier les qualités comparatives des trente espèces de pierres mises en épreuve, on lava chaque échantillon à grande eau, et l'on trouva au fond des vases les grains, les fragmens ou les feuillets qui s'étaient détachés de chacun des cubes altérés pendant le cours de l'expérience.

Les grès grossiers et les calcaires marneux sont les pierres qui ont le plus souffert, tandis que les grès micacés, molasses, et les calcaires madréporiques, qui sont cependant très-friables, ont soutenu l'épreuve sans altération très-notable; plusieurs même n'ont pas perdu l'arête vive de leurs contours.

Les calcaires oolithiques ont présenté quelques écail-

les enlevées sur différens points de leurs faces planes, ainsi que cela s'observe sur des pierres qui sont flacheuses de loin à loin.

On fera remarquer, à ce sujet, que tous les échantillons qui ont souffert dans l'expérience se sont détériorés absolument de la même manière qu'ils le sont dans les édifices où ces pierres ont été imprudemment employées; et on peut affirmer en outre que la facilité avec laquelle certaines pierres absorbent l'eau pure et froide, que la quantité qu'elles peuvent en retenir, que la longueur et l'abondance des efflorescences, ne peuvent, en aucun cas, servir d'indices certains pour juger de leur bonne ou mauvaise qualité. C'est ainsi, par exemple, que l'un des deux calcaires madréporiques qui font partie de cette collection, et qui n'a été attaqué dans aucune de ses parties, n'a mis que trente minutes pour s'imbiber de bas en haut, et dans toute l'épaisseur du cube; tandis qu'un autre calcaire, qui a mis six heures à s'imbiber, a été attaqué dans tous les sens. Il en a été à peu près de même relativement aux grès psammites et aux grès molasses.

Quoique l'expérience ait été considérée comme achevée le 19, l'on a cependant observé ses différens effets pendant les jours suivans, et le 2 juillet, le jugement porté sur les trente espèces semblait se confirmer de plus en plus; car toutes celles qui avaient été notées comme étant de bonne qualité n'avaient pas souffert d'altération sensible.

Signé Conrad.

Rapport sur l'effet que le sulfate de soude exerce sur la pierre à bâtir. Expériences faites sur les pierres dont on se sert dans le canton de Genève, en Suisse.

La Commission chargée de reconnaître, d'après les informations données par M. Brard et communiquées au Comité de la Société pour l'avancement des arts de la ville de Genève, si des pierres à bâtir, entretenues pendant une demi-heure en ébullition dans une solution saturée à froid de sulfate de soude, se recouvriraient, dans les trois jours qui suivent l'opération, de cristaux emportant avec eux plus ou moins de particules de la pierre, et si celles sur lesquelles l'action serait la plus forte seraient reconnues, par l'expérience, être les plus sujettes à se déliter ou à s'exfolier par la gelée, cette Commission a l'honneur de vous offrir le tableau de l'action qu'ont éprouvée les pierres soumises à l'épreuve, duquel il résulte que le grès de Verrières, au sud du mont Salève, la molasse de Lausanne, le moellon des roches calcaires de Meillerie, le tuf et la roche calcaire du Jura, n'en ont éprouvé qu'une très-faible ou nulle, tandis que le grès de Soral et la molasse de notre canton ont été fortement attaqués; ce qui s'accorde parfaitement avec la résistance connue qu'offrent les premières aux intempéries de l'air, et la destruction prompte des secondes dans les mêmes circonstances.

Genève, le 10 novembre 1823.

Signé Vaucher de Lille, *architecte de la ville;*
Favre Bertrand, *propriétaire;*
Peschier, *rapporteur.*

Expériences faites à l'Inspection générale des carrières de Paris sur les pierres d'appareil, sur les marbres, les briques et les mortiers antiques et modernes.

Dans le cours des expériences qui ont été faites à l'Inspection générale des carrières de Paris, depuis le mois de septembre 1822 jusqu'à ce jour, nous nous sommes principalement attachés à chercher le point où l'action du sulfate de soude est absolument semblable à celle de la gelée, dans la détérioration des pierres gelives : or, le seul moyen de parvenir à ce but était d'agir sur des pierres dont les bonnes et les mauvaises qualités sont sanctionnées par le temps, et nous n'avons pas balancé à adopter ce mode comparatif, qui met en regard les résultats d'une longue pratique avec ceux du procédé que nous examinons.

Nous avons fait plus : ce n'était pas assez de s'être assurés que l'eau saturée à froid produisait les mêmes effets que ceux de nos hivers accumulés, nous avons voulu savoir encore si l'on pouvait les outre-passer, et en cela nous sommes arrivés aux mêmes résultats que ceux qui sont consignés dans le procès-verbal des expériences de M. Vicat, dont on connaît la sévère exactitude, c'est-à-dire qu'en employant une dissolution saturée à chaud, au lieu de l'être à froid, nous sommes parvenus à attaquer des pierres que les siècles avaient respectées, tels que les liais. On peut donc non-seulement s'assurer si les pierres que l'on soumet à l'épreuve pourront braver à jamais l'action de nos climats tempérés ; mais on peut encore, en forçant la proportion

du sel, prévoir ce qui arriverait à ces mêmes pierres, si, par une cause quelconque, on venait à les exposer à des agens destructifs plus énergiques que ceux qui nous sont connus.

Cette tentative n'était pas une pure curiosité, puisqu'il est certain que toutes les parties extérieures d'un édifice ne sont pas également exposées à l'action destructive du froid et de l'air ; ainsi, par exemple, les angles des corniches, les colonnes et leurs chapiteaux surtout, qui sont frappés dans tous les sens et par la pluie et par l'air humide, sont bien plus fortement exposés à leur action destructive que le parement d'un mur qui n'offre qu'une face plane à l'air. Les architectes, au reste, ont toujours eu égard à ces différentes situations des parties d'un même bâtiment, et nous n'en parlons ici que pour faire sentir combien il est avantageux de pouvoir augmenter l'énergie de la dissolution de sulfate de soude, toutes les fois qu'il deviendra nécessaire d'assortir plusieurs qualités de pierres aux différentes parties d'un même édifice, et nous allons voir à l'instant que cette circonstance vient précisément de se présenter.

Il s'agissait de choisir parmi les pierres des environs de Paris celles qui, par leur solidité, la hauteur de leur appareil et la finesse de leur grain, seraient susceptibles de servir à exécuter les grands chapiteaux corinthiens de l'église de la Madeleine.

L'épaisseur du banc et l'état des carrières de l'Abbaye du Val ont fait penser que les pierres qu'elles fournissent seraient les plus propres à l'exécution de ces chapiteaux ; mais une difficulté se présentait, les avis

étaient partagés. Tel architecte avait employé cette pierre avec le plus grand succès, tel autre au contraire l'avait vue se déliter complétement à la gélée. Pour juger et décider définitivement la question, on a pris, à la carrière même, des échantillons des deux bancs qui sont en exploitation, on les a soumis à l'épreuve de la lessive saturée à chaud, et l'on a appris, dès le surlendemain, que le banc supérieur était celui qui fournissait d'excellente pierre, et que le banc inférieur était celui qui fournissait les pierres gelives : la ressemblance parfaite du grain, de la couleur et de tous les caractères extérieurs de ces deux pierres, ne permettait pas de les distinguer lorsqu'elles étaient rendues au chantier. Ainsi, il ne peut plus rester aucun doute sur la véritable cause des avis contradictoires de nos architectes sur les pierres des carrières du Val de l'Ile-Adam, du Val d'en haut et de l'Abbaye du Val.

L'on a cru devoir encore, dans cette occasion, soumettre à l'épreuve, comme terme de comparaison, des fragmens de chapiteaux de pierre de Conflans, provenant des anciennes colonnes réformées par Rondelet lors de la restauration des piliers du dôme de l'église de Sainte-Geneviève, et qui étaient exposés à l'air depuis plus de vingt ans, sans en avoir souffert la moindre altération ; et ici l'expérience a été de nouveau d'accord avec l'observation, car la lessive ne les a nullement attaqués.

Nous ne nous sommes point bornés, comme M. Brard, à soumettre les pierres d'appareil seulement à l'action désagrégeante du sulfate de soude ; nous l'avons aussi appliquée aux marbres, dont un grand nombre ne sont pas susceptibles de servir à la décoration extérieure, et

nous avons également produit des effets absolument semblables à ceux de la gelée sur les marbres argileux. Enfin, quelques mortiers et quelques briques antiques ont été soumis à la même épreuve, et sont venus à l'appui de ce que MM. Vicat et Billaudel ont consigné dans leurs rapports.

Des tableaux présentent la série des pierres, des marbres, des briques et des mortiers qui ont fait le sujet de nos expériences.

(Nous supprimons les tableaux; mais voici les résultats :)

Il résulte des expériences qui ont été faites sur dix échantillons de marbres différens,

1°. Que les marbres blancs statuaires de première qualité ne sont nullement attaqués par les efflorescences, tandis que les marbres blancs *pouf* le sont fortement;

2°. Que les marbres argilo-talqueux (le marbre Campan) sont attaqués dans les mêmes parties qui cèdent à l'action de l'air et de la gelée, c'est-à-dire dans les veines talqueuses et argileuses, qui se creusent par l'action de l'air, comme par l'action du sel;

(Tout le monde connaît la décomposition des colonnes de marbre Campan de Trianon.)

3°. Enfin, que les marbres argileux et pyriteux, que l'on ne peut employer à la décoration extérieure, ont été également attaqués plus ou moins par l'effet des efflorescences, tandis que ceux qui résistent à l'air en supportent parfaitement l'action.

Les briques, la poterie dure et les tuiles romaines qui ont été soumises à l'épreuve ont parfaitement résisté.

Les briques et les tuiles de Bourgogne qui étaient assez cuites pour faire feu par le choc du briquet, ont également résisté; mais les briques et les tuiles modernes de Nanteuil qui étaient tendres, ont été fortement attaquées par les efflorescences du sulfate de soude; ce qui vient à l'appui des expériences faites à Bordeaux pendant treize mois consécutifs.

Un échantillon de mortier du pont du Gard, soumis à l'épreuve, n'a point été attaqué.

Un échantillon de mortier de l'aqueduc d'Arcueil, mis en expérience, a été fortement attaqué; ce qui prouve que l'action désagrégeante du sulfate de soude est applicable aussi aux mortiers et aux cimens, ainsi que M. Vicat s'en est assuré par la série des expériences que nous avons rapportées.

RÉSUMÉ.

D'après les nombreuses expériences que nous avons faites, soit à chaud, soit à froid, du procédé de M. Brard, pour reconnaître les pierres gelives, nous croyons pouvoir considérer comme définitivement jugée la question qu'il s'était proposée :

« *Trouver un moyen certain qui puisse faire recon-*
« *naître, en peu de jours, si telle pierre d'appareil*
« *est gelive ou non.* »

En effet, doublement intéressé, dans l'examen de cette importante question, par les devoirs que nous imposent nos fonctions de Directeur des travaux publics, et par la tâche que vous nous aviez donnée en nous chargeant de vous rendre compte de ce procédé et d'en constater

les effets, nous avons profité de la présence de M. Brard à Paris, pour répéter avec lui les premiers essais faits à l'Inspection générale des carrières, sur toutes les pierres employées dans les monumens publics, et nous avons eu la satisfaction, ainsi que nous l'avons déjà exposé dans le cours de ce rapport, de voir tous nos résultats entièrement et absolument conformes à ceux que, de leur côté, avaient obtenus MM. les ingénieurs Vicat, Billaudel, Conrad et la Société des arts de Genève, dans les nombreuses expériences auxquelles ils se sont livrés pour examiner comparativement, d'une part les effets mécaniques de la dissolution de sulfate de soude, et d'autre part l'action analogue et désagrégeante de la gelée dans les pierres gelives.

Aussi, et d'après tout ce qui précède, persuadés que vous avez jugé et apprécié, comme nous, l'importance du service rendu à l'art par M. Brard, auquel nous devons enfin la solution de la grande question proposée par Colbert, il y a près de cent cinquante ans, à l'Académie d'architecture, et sur laquelle tous les maîtres de l'art n'avaient encore pu, jusqu'à ce jour, nous indiquer d'autre moyen que l'exposition à la gelée, moyen reconnu insuffisant et impraticable dans les hivers doux et tempérés, nous avons l'honneur de vous proposer, Messieurs, 1° de témoigner vos remercîmens à ce savant minéralogiste, pour la communication qu'il vous a donnée de son procédé, et qu'il livre au public avec un désintéressement aujourd'hui bien rare et bien digne de votre approbation ;

2°. De faire examiner, par votre Commission des médailles, s'il ne conviendrait pas de lui décerner, en

séance publique, une médaille de première classe, en témoignage de votre satisfaction pour le procédé qu'il vous a soumis, procédé qui eût infailliblement remporté le prix, si vous en aviez proposé un pour le meilleur moyen de reconnaître promptement les pierres gelives ;

Et 3°. De faire imprimer le présent rapport dans votre *Bulletin*.

Ici, Messieurs, nous aurions pu regarder notre tâche comme terminée ; mais nous avons pensé que vous pourriez bien nous demander de rédiger une instruction pratique, à l'usage des propriétaires, des architectes, des entrepreneurs et des maîtres-maçons, afin de mettre généralement tous ceux qui s'occupent de constructions publiques ou particulières en état d'éprouver eux-mêmes la qualité des pierres qu'ils ne connaîtraient pas encore, et de rejeter toutes celles qui seraient gelives.

Dans cette intention, et pour prévenir vos demandes, autant que pour remplir vos vues, nous avons extrait de notre rapport un résumé précis, en forme d'instruction pratique, que nous allons soumettre à votre approbation. Quelque jour, nous n'en doutons pas, on parviendra à perfectionner le procédé de M. Brard, et à donner une meilleure instruction que celle que nous avons rédigée ; mais dans l'état actuel des choses, celle que nous vous présentons, fondée sur les nombreuses expériences d'ingénieurs et de savans distingués, connus par les lumières qu'ils ont répandues sur diverses parties de l'art des constructions, est encore ce que nous avons de plus parfait, de plus simple et de plus à la portée de tous.   *Signé* HÉRICART DE THURY.

Les conclusions de ce rapport ont été adoptées dans la séance du 18 février 1824 ; mais le Conseil a arrêté que le rapport, ne pouvant, à cause de son étendue, entrer dans le Bulletin, *serait imprimé séparément, pour être distribué à tous les membres de la Société.*

Instruction pratique pour essayer les pierres d'appareil d'après le procédé de M. Brard, rédigée par M. Héricart de Thury.

I. On choisit les échantillons sur les points douteux du banc de pierre que l'on veut éprouver, par exemple, sur les places qui présentent des différences dans la couleur, le grain ou l'aspect.

II. On fait tailler ou scier ces échantillons, en cubes de 2 pouces de côté, à vives arêtes, les morceaux simplement cassés pouvant être tressaillés ou étonnés par le choc, et pouvant offrir ainsi des détériorations fausses qui ne tiendraient nullement à la qualité de la pierre, mais simplement à la force qui l'a brisée.

III. On numérote ou l'on marque chaque échantillon avec de l'encre de la Chine, ou avec une pointe d'acier, et l'on conserve des notes exactes du lieu et de la place d'où chaque cube a été détaché.

IV. On fait fondre dans une quantité d'eau proportionnée au nombre des échantillons que l'on veut éprouver, tout le sel de Glauber (sulfate de soude) qu'*elle pourra dissoudre à froid*, et pour être bien certain que cette eau ne peut en prendre davantage, il faut qu'il reste un peu de sel au fond du vase, une ou deux

heures après qu'on l'y aura jeté : ainsi, par exemple, une livre de ce sel suffit pour saturer une bouteille d'eau ordinaire, à la température des puits, de 12 degrés environ du thermomètre de Réaumnr (15 degrés centigrades).

V. On fait chauffer cette eau chargée de sel dans un vase quelconque, jusqu'à ce qu'elle bouille à gros bouillons, et l'on y plonge alors tous les échantillons sans la retirer de dessus le feu, et en déposant les cubes de manière à ce qu'ils plongent tous complètement.

VI. On laisse bouillir les pierres pendant une demi-heure. Les expériences faites par M. Vicat prouvent qu'il ne faut pas faire bouillir pendant plus long-temps, sous peine d'outre-passer les effets de la gelée. Ainsi cette ébullition de trente minutes est de rigueur.

VII. On retire chaque échantillon l'un après l'autre, et on les suspend à des fils, de manière à ce qu'ils ne touchent à rien, et qu'ils soient parfaitement isolés. On place au dessous de chacun d'eux un vase rempli de la dissolution dans laquelle ils ont bouilli, mais en ayant soin de la laisser reposer, et de jeter le fond, qui renferme toujours de la poussière ou des grains détachés des échantillons. (Voyez la disposition de cet appareil, fig. 2 de la planche.)

VIII. Si le temps n'est pas trop humide ou trop froid, on trouvera, vingt-quatre heures après que ces pierres auront ainsi été suspendues, leurs surfaces couvertes de petites aiguilles blanches, salines, tout-à-fait pareilles au salpêtre des caves, par la manière dont elles se présentent. On plongera ces pierres dans le vase qui

est au dessous de chacune d'elles, pour faire tomber les premières efflorescences salines. On recommence ainsi toutes les fois que les aiguilles sont bien formées; après la nuit surtout, on les trouve plus longues et plus abondantes que dans le courant du jour; ce qui fait conseiller de faire l'expérience dans un appartement fermé, dans une cave, etc.

IX. Si la pierre que l'on a éprouvée n'est point gelive, le sel n'entraîne rien avec lui, et l'on ne trouve au fond du vase ni grains, ni feuillets, ni fragmens de la pierre éprouvée, que l'on doit avoir bien soin de ne point changer de place, dans le cours de l'expérience, non plus que le vase qui est au dessous d'elle.

Si la pierre est gelive, au contraire, on s'apercevra, dès le premier jour que le sel paraîtra, qu'il entraîne avec lui des fragmens de pierre, que le cube perd ses angles et ses vives arêtes; et enfin l'on trouvera au fond du vase tout ce qui s'en sera détaché dans le cours de l'épreuve, qui doit être achevée au bout du cinquième jour, à partir du moment où le sel pousse pour la première fois; car cet effet retarde ou avance, suivant l'état de l'air.

On peut aider la pousse du sel, en trempant la pierre aussitôt qu'il commence à paraître sur quelques points, et en répétant cette petite opération cinq ou six fois par jour.

Nous insistons sur l'observation précédemment faite, qu'il faut bien se garder de saturer l'eau pendant qu'elle est chaude; c'est à froid seulement que cette saturation doit avoir lieu : car, ainsi que nous l'avons déjà dit, et comme on l'a reconnu dans les expériences faites à

l'Inspection générale des carrières, telle pierre qui résiste bien à l'action de la gelée et à l'action de la lessive saturée à froid, se délite complètement quand on l'expose à l'action de la lessive saturée à chaud, et il en serait souvent de même si l'on prolongeait les lotions au delà du quatrième jour, comme nous l'avons prescrit ci-dessus.

X. Si l'on veut juger comparativement du degré de gelivité de deux pierres indiquées comme devant se décomposer par l'action de la gelée, on pèse, après les avoir séchées, toutes les parties qui se sont détachées des six faces du cube, et l'on saura de suite celle qui sera la plus gelive des deux.

Enfin, si un cube de 24 pouces carrés de surface a perdu 180 grains, une toise carrée de la même pierre aurait perdu 3 livres 6 onces dans le même espace de temps.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 5 *mai* 1828.

M. Warden présente à l'Académie trois crânes d'Indiens qui viennent de lui être envoyés par la Société de Rhode-Island. M. Biot communique deux lettres de M. l'abbé Rendu, professeur à Chambery, contenant diverses expériences relatives à l'influence du magnétisme dans les combinaisons chimiques; M. Arago annonce que des observations analogues ont déjà été pu-

bliées dans divers ouvrages (1). M. Manoury-Dectot fils présente un travail manuscrit de feu son père sur la direction des aérostats. M. Paul Laurent adresse un second Mémoire sur ses nouveaux moyens de gravure; M. Imbert envoie la Description d'un support à segment de sphère pour les instrumens de nivellement, d'arpentage et de géodésie, suivie d'un Mémoire concernant le perfectionnement du niveau à bulle d'air.

On lit un Mémoire de M. Portal sur les Fièvres putrides devenues malignes.

M. Dutrochet donne lecture d'un Mémoire ayant pour titre : *De l'Irritabilité chez les végétaux et chez les animaux*.

Séance du lundi 12 *mai*.

M. Miquel adresse un paquet cacheté contenant un Mémoire sur les concrétions urinaires et sur un nouveau traitement de la gravelle; M. Cagniard-Latour communique une observation qu'il a faite dans le cours de ses essais sur les vibrations des longues cordes de laiton (2). M. Nanninga d'Emden écrit qu'il a trouvé la

(1) Voyez un extrait de ces observations à la fin de cette analyse.

(2) Suivant M. Cagniard, les longues cordes de laiton, quand elles ont été tendues pendant quelques jours en plein air et surtout pendant les temps humides, se cassent facilement si on les plie sous un angle un peu aigu. L'auteur se propose de chercher les causes de ce fait singulier, qui indique un changement dans l'état moléculaire du métal.

vraie théorie de la résistance de l'eau. M. Leymerie envoie de nouvelles Vues sur la fièvre jaune. M. Morlet dépose un Mémoire sur la forme de l'équateur magnétique. M. Reboul, enfin, transmet un Mémoire manuscrit sur la structure géologique du bassin de Pezénas.

L'Académie a entendu ensuite :

La fin du Mémoire de M. Portal sur les Fièvres putrides devenues malignes ;

Un Mémoire de MM. Audouin et Milne Edwards sur la Respiration aérienne des crustacés, et les modifications que l'appareil branchial éprouve dans les crabes terrestres ;

Un Mémoire de M. Julia Fontenelle sur les combustions humaines ;

Un Mémoire de M. Benoiston de Châteauneuf sur la Récolte du blé, en France, autrefois et aujourd'hui.

Séance du lundi 19 *mai.*

Le Ministre de l'Intérieur annonce qu'il a donné des ordres pour qu'un buste en marbre de Sa Majesté, exécuté par M. Bosio, fût substitué, dans la salle des séances publiques, au buste en plâtre qui y est maintenant. M. Prony fait distribuer un portrait lithographié de Lagrange. M. Finot réclame la priorité de l'invention du procédé pour coller le papier par le moyen de l'amidon ; M. Duchatel adresse une prétendue Solution du problême de la trisection de l'angle.

L'Académie a entendu ensuite :

Une Notice de M. Beudant sur la Pesanteur spécifique des corps, considérée comme caractère minéralogique ;

Des Observations de M. Du Petit-Thouars sur la Physiologie végétale ;

Une Note de M. Le Grand sur les Phénomènes du magnétisme terrestre ;

Une Note du même auteur sur la Chaleur spécifique des atomes des corps simples ;

La Commission, nommée au scrutin, qui était chargée d'examiner les pièces envoyées au concours pour le prix de mécanique, déclare qu'il n'y pas lieu cette année à décerner ce prix.

La Commission du prix fondé par Lalande, propose de décerner la médaille à MM. Carlini et Plana, auteurs du second volume d'un ouvrage publié récemment à Milan, sur la mesure d'un parallèle terrestre : cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Séance du lundi 26 mai.

M. Warden donne quelques détails sur un tremblement de terre qui s'est fait sentir à Washington le 9 mars dernier, entre 10 heures et 11 heures du soir. M. Leymerie écrit pour réclamer la priorité de la théorie présentée par M. Julia Fontenelle. M. Thounsend envoie des Observations sur la Fièvre jaune. M. Lenoir demande qu'on examine la plate-forme qu'il a construite pour diviser les cercles astronomiques et géodésiques.

M. Desfontaines, au nom d'une Commission, rend un compte très-favorable du travail que M. Cambessedes avait présenté sur les familles des ternstromiacées et des guttifères.

M. Chevreul, au nom d'une Commission, fait sur

un Mémoire de M. Donné le rapport que nous avons déjà imprimé.

M. Poisson lit un Mémoire sur quelques points de la Mécanique céleste.

Influence *du Magnétisme sur les actions chimiques.*

(Supplément à l'Analyse de la Séance de l'Académie du 5 mai.)

L'abbé Rendu, professeur de physique à Chambéry, a communiqué à M. Biot l'expérience suivante ; j'emploie les propres expressions de l'auteur :

J'ai pris un tube recourbé en forme de V d'un diamètre d'environ un millimètre ; chaque branche avait 60 millimètres de longueur. J'ai rempli le tube de teinture de chou rouge, et j'ai fait plonger dans chaque branche un fil de fer ; l'un de ces deux fils était soutenu par le pôle nord, et l'autre par le pôle sud d'un aimant en fer à cheval. Un quart d'heure après avoir commencé l'expérience, la couleur de la teinture était devenue d'un beau vert. Le *même* changement s'était opéré dans les deux branches du tube.

En répétant l'expérience, sur l'invitation de M. Biot, avec une modification importante et qui consista à placer les deux fils de fer suspendus aux pôles de l'aimant, dans deux petits tubes de verre fermés par les extrémités, qui étaient plongées dans le liquide, M. Rendu obtint les mêmes résultats ; seulement la teinture bleue

de chou rouge ne passa au vert qu'au bout de deux jours : cette couleur, au reste, devint aussi intense que dans les premières expériences.

La décoloration n'était pas un effet de l'altération spontanée du liquide, car, à la longue, ce liquide, abandonné à lui-même, devenait rouge et non pas vert.

Après la lecture des lettres adressées à M. Biot, un membre rappela qu'il existait dans divers recueils des observations analogues à celles de l'abbé Rendu, et que jusqu'ici, soit qu'en répétant les expériences on eût rencontré quelques graves difficultés, soit par toute autre raison inconnue, les résultats annoncés n'avaient pas pris place dans la science. Quoi qu'il en soit, l'attention des observateurs ayant été ramenée ainsi sur cette question, j'ai pensé pouvoir extraire de mes cartons les expériences suivantes. On verra qu'en les supposant exactes, elles doivent faire soupçonner que dans certaines circonstances le magnétisme terrestre ou artificiel exerce une influence sensible dans les actions chimiques.

Expériences de Ritter, analysées par M. OErsted.

Les premières expériences de Ritter concernant l'action de l'aimant furent faites sur des grenouilles. Il trouva qu'un fil de fer aimanté, combiné avec un autre non aimanté, produisait une palpitation galvanique dans ces animaux. Il remarqua bientôt après que le pôle méridional produisait de plus fortes palpitations que le fer non aimanté, etc., etc.

Ritter plaça un fil de fer aimanté sur des pièces de verre, dans un plat de faïence; il y versa de l'acide nitrique très-faible : le pôle méridional fut beaucoup plus fortement attaqué par l'acide que le pôle septentrional, et se trouva aussi entouré d'un dépôt d'oxide beaucoup plus tôt.

On fait également bien voir l'oxidabilité différente des deux pôles magnétiques en prenant trois petits flacons remplis d'eau, ou pure, ou légèrement acidifiée, et mettant dans l'un d'entre eux le bout méridional d'un fil de fer aimanté; dans l'autre, le pôle septentrional d'un fil semblable; dans celui qui reste un fil de fer non aimanté : l'oxide commence à se déposer d'abord sur le pôle méridional; un peu après on en aperçoit sur le fer non aimanté; l'oxidation du pôle septentrional arrive sensiblement plus tard. Cette expérience demande beaucoup de soin. Il faut couvrir la surface de l'eau d'huile d'amandes bien fraîche, pour empêcher l'air d'y entrer. On doit aussi prendre garde de ne pas exposer l'un des flacons au soleil plus que les autres, parce que la lumière accélère l'oxidation. Ritter s'en est convaincu par des expériences directes en exposant deux fils de fer plongés dans l'eau au soleil; quand on couvrait de papier noir le flacon qui contenait l'un et qu'on laissait l'autre à découvert, ce dernier s'oxidait toujours beaucoup plus vite.

Si, dans l'expérience précédente, on substitue de la teinture de tournesol à l'eau, dans les trois flacons, les oxidations relatives semblent les mêmes; mais elles sont accompagnées d'un changement de couleur qui fait voir qu'il y a eu une production d'acide, proportionnelle à

chaque oxidation, de manière que le pôle méridional a non-seulement subi la plus grande oxidation, mais qu'il a aussi le plus rougi la teinture de tournesol : l'action dont il s'agit dans cette expérience est très-faible, et demande souvent huit jours ou davantage avant de donner un résultat décisif; j'ajouterai même que, pour l'accélérer, on est obligé d'ajouter à la teinture une petite quantité d'acide acétique, capable de la rapprocher de la couleur rouge sans opérer un changement complet. La teinture rougie, dans cette expérience, reprend la couleur bleue à l'air; mais il ne faut pas en conclure que l'acide qui est produit par l'action de l'aimant soit très-volatil, car la teinture de tournesol, rougie par l'acide phosphorique ou tout autre acide, présente le même phénomène. L'expérience suivante offre quelques nouvelles particularités. Quoiqu'elle n'ait pas été répétée, l'harmonie réciproque de ses résultats prévient en faveur de son exactitude.

Seize fils de fer aimantés, de grandeur et de force pareilles, furent distribués, de la manière suivante, dans dix bocaux, tous également remplis d'un mélange de trente-six parties d'eau et d'une partie d'acide nitrique. Dans le premier bocal, on mit deux de ces fils; l'un avait son pôle méridional, et l'autre le pôle septentrional plongé dans le fluide. Ces fils furent rapprochés de telle sorte qu'il n'y avait entre eux qu'une demi-ligne de distance. Dans le second bocal, l'arrangement était le même, excepté que les fils se trouvaient à une distance d'un pouce trois quarts. Le troisième bocal et le quatrième renfermaient chacun trois fils aimantés, dont les pôles méridionaux plongeaient dans le fluide.

Les distances mutuelles de ces fils étaient moindres dans le troisième bocal que dans le quatrième. Il y avait un arrangement tout semblable dans les cinquième et sixième bocaux, mais pour les pôles septentrionaux.

Il se forma peu à peu dans ces divers vases différentes quantités d'oxide : pour tout exprimer en peu de mots, appelons le pôle sud *S*, celui du nord *N*, leur distance la plus grande *g*, et la plus petite *p*, et nous exprimerons ainsi l'ordre des oxidations :

$$SNg > SNp > 3\,Sp > 3\,Sg > 3\,Np > 3\,Ng.$$

Le dix-neuvième jour, on observa que la perte de fluide par l'évaporation n'avait pas été égale partout ; elle s'était manifestée dans l'ordre inverse des oxidations ; tous les fils aimantés avaient perdu de leur force ; NSg avaient le moins perdu ; NSp avaient fait la perte la plus grande. Des trois fils aimantés $3\,Sp$, deux avaient moins perdu que le troisième : de même, dans les groupes $3\,Sg$, $3\,Np$, $3\,Ng$, on en remarquait un plus faible que les deux autres ; les plus forts étaient égaux à NSg.

Dans une dernière expérience, il y avait deux petits flacons remplis de teinture de tournesol : l'un contenait les deux pôles méridionaux de deux fils de fer aimantés ; dans l'autre, c'étaient les pôles nord de deux fils semblables qui plongeaient dans la teinture ; l'oxidation fut plus grande dans ce dernier flacon. Enfin M. Ritter tâcha de construire une batterie d'aimans, mais il n'y réussit pas, etc., etc.

Effets du Magnétisme terrestre sur la précipitation de l'Argent, observés par M. Muschman, *Professeur de Chimie à l'Université de Christiania.*

(Traduit de l'allemand par M. ***.)

A l'occasion des cours de chimie que je donnais à l'Université, en 1817, en parlant de l'arbre de Diane, j'avais pris, pour rendre la chose plus évidente, un tube en forme de syphon d'un demi-pouce de diamètre, fixé sur un support, et dont les branches pouvaient avoir quatre pouces de longuenr : je versai alors dans ce tube autant de mercure qu'il en fallait pour couvrir juste la partie inférieure, sans remplir entièrement la courbure et boucher les branches. De cette manière, je donnais au liquide que je devais employer une communication libre dans les deux branches.

Je versai sur le mercure une dissolution assez forte d'argent pur dans l'acide nitrique ; sa pesanteur spécifique était de 1°109. Je plaçai alors le syphon avec son support sur une table près de la fenêtre ; et il arriva par hasard que ses deux branches se trouvèrent situées dans la direction du méridien magnétique.

Au bout de quelques instans, l'argent commença à se précipiter avec son éclat naturel, et je remarquai qu'il s'amassait particulièrement dans la branche tournée vers le nord ; dans l'autre branche, il se montra d'un éclat moins vif, et il se trouva mêlé avec le sel mercuriel formé. Ce résultat dut naturellement me surprendre, vu qu'il paraisssait n'y avoir aucune raison pour qu'une branche fût plus chargée d'argent

à l'état métallique que l'autre ; toutes les deux contenaient en effet la même dissolution, toutes les deux renfermaient du mercure au même niveau. Il fallait donc, d'après mon opinion, qu'une force différente et étrangère à l'action chimique de ces corps amenât le phénomène. A la vérité, on savait d'après les expériences de Zimmermann sur les végétations métalliques, que les corps conducteurs pouvaient occasioner un déplacement de métal ; mais comme il n'y avait ici aucun corps conducteur, il ne semblait possible d'attribuer le fait particulier, que j'avais remarqué, qu'à l'action du magnétisme terrestre.

Pendant l'expérience, je fis part de toutes ces circonstances à mon ami le professeur Hansteen, et je le priai d'en être témoin ; quoiqu'il refusât d'abord d'admettre en tout ceci l'action du magnétisme terrestre, l'accumulation de l'argent vers le nord lui parut si frappante, que nous résolûmes de répéter ensemble l'expérience d'une autre manière.

Notre seconde expérience ne différa de la première qu'en ce que nous nous servîmes de syphons plus grands, dont les branches avaient douze pouces de longueur et un demi-pouce de diamètre. Pour observer avec plus de certitude toute l'influence du magnétisme terrestre, nous employâmes simultanément deux syphons remplis d'une égale quantité de mercure et de dissolution d'argent ; mais l'un était placé dans la direction nord-sud, l'autre dans celle de l'est-ouest. Tous les deux se trouvaient sur une même table disposée dans une chambre éclairée, et de telle manière que ni la lumière, ni le courant d'air de la fenêtre ne pouvaient exercer plus

d'influence sur un tube que sur l'autre. L'argent commença à se précipiter dans le tube dirigé du nord au sud; il s'éleva surtout dans la branche du nord avec un éclat métallique plus vif, avec de plus grands rayons et en plus grande quantité que dans la branche du sud; dans celle-ci, il ressemblait davantage à de l'argent fondu, et se séparait presque sans radiation, vu que le sel mercuriel formé se rassemblait de ce côté : quant au tube dirigé de l'est à l'ouest, nous n'y marquâmes quelque altération qu'au bout de douze heures; l'argent, à la vérité, finit par s'y précipiter, mais en masses égales dans les deux branches ; l'effet d'ailleurs eut lieu avec moins de promptitude que dans le premier tube. Le lendemain, le tube dirigé du nord au sud avait déposé tout son argent; dans l'autre, au contraire, il paraissait devoir se former encore une précipitation : c'est pourquoi nous le posâmes sur une autre table, et nous plaçâmes sous l'une de ses branches le pôle sud d'un aimant artificiel. Une demi-journée après, nous vîmes clairement que l'argent s'était porté dans la direction de l'aimant, et s'élevait davantage dans cette branche que dans l'autre. Cette expérience, répétée plusieurs fois tantôt avec les mêmes tubes, tantôt avec des tubes plus petits, nous a toujours donné le même résultat, Ainsi je ne puis plus mettre en doute l'influence du magnétisme terrestre sur la précipitation de l'argent de la dissolution nitrique.

Afin de donner à l'argent une plus grande liberté pour se diriger durant la précipitation vers un point quelconque du globe, nous prîmes de petits carreaux de verre sur lesquels nous décrivîmes des cercles avec du

suif ; nous y versâmes ensuite une dissolution d'argent, et nous plaçâmes au centre une pièce de zinc arrondie ; à peine la dissolution fût-elle en contact avec le zinc, que l'argent commença à se précipiter par zônes circulaires, mais de telle manière que le cercle s'étendait beaucoup plus vers le nord que vers les autres points du globe : on vit aussi dans ce cas le zinc et son oxide se porter vers le sud.

Cette expérience fut répétée avec plusieurs lames de verre, et donna toujours le même résultat.

Nous fîmes ensuite quelques essais en plaçant des lames de verre à deux pouces de distance au pôle de forts aimans artificiels ; d'autres lames semblables étaient loin des aimans ; l'effet fut alors frappant, car sur la lame de verre que l'on avait approchée du pôle sud d'un aimant, l'argent se porta vers ce pôle avec beaucoup de rapidité. La précipitation totale s'y opérait d'ailleurs dans un temps quatre fois moins long que sur la lame éloignée de l'aimant.

Dans les expériences faites avec les aimans placés près de plateaux de verre, on ne disconvient pas qu'on ne puisse attribuer la cause de l'impulsion de l'argent tout aussi bien à la propriété conductrice du fer qu'à l'action magnétique ; mais dans les expériences faites avec les syphons, ainsi qu'avec les plateaux de verre sans aimans, il n'y avait aucun corps conducteur à proximité.

Lorsque nous fîmes ces expériences, en 1817, j'en conclus déjà l'identité du galvanisme et du magnétisme, j'imaginais que toute dissolution métallique est constamment le résultat d'un effet galvanique, et que le métal

précipité se revêt, en quelque sorte, de l'électricité mise en liberté, et se porte pour s'en dégager à l'endroit où doit se trouver son électricité opposée, ce qui, dans la précipitation de l'argent, serait le pôle nord. Cette hypothèse était alors, j'en conviens, un peu prématurée; c'est pourquoi je ne publiai point mes expériences; j'en fis part seulement à mes amis les professeurs Hansteen et Keiser, ainsi qu'à M. le professeur Œrsted. Mais comme aujourd'hui tant de savans habiles et d'une grande sagacité ont démontré d'une manière satisfaisante l'identité du magnétisme et du galvanisme, les physiciens ne seront pas fâchés d'apprendre que le magnétisme terrestre peut avoir quelqu'influence dans les opérations chimiques.

Qui sait maintenant jusqu'où cette observation pourra nous conduire par la suite. Le géologue qu'elle guidera parviendra peut-être, avec le temps, à découvrir comment se forment les métaux dans les ateliers de la nature. On trouve à Kőnigsberg dans le *Fall-band*, de l'argent sous forme métallique, qui s'étend du nord au sud; la présence de cet argent est toujours annoncée par une certaine quantité de pyrites et de blende; ne doit-on pas être porté à croire que l'argent était primitivement uni au soufre, et que par le seul effet du magnétisme terrestre, il a été transporté vers le cuivre et le zinc, ou, en d'autres termes, que le *Fall-band*, qui est situé directement dans la ligne magnétique, animé par la force du magnétisme, produit un effet semblable à celui du fil de platine dans le circuit voltaïque.

Répétition et confirmation des mêmes Expériences, par le professeur Hansteen.

(Extrait d'une Lettre à M. *Gilbert*, du 22 janvier 1821.)

Le phénomène observé par le professeur Muschmann, et d'après lequel le magnétisme semble avoir quelque influence sur la précipitation des métaux de leurs dissolutions, se trouve confirmé par une expérience que j'ai faite et que j'ai répétée deux fois. Je me suis servi de deux tubes de verre de 26 pouces de longueur et de 6 lignes de diamètre, courbés à angles droits dans leurs milieux, et fixés chacun sur un support de bois particulier de manière à former un V. Après avoir rempli les deux tubes d'une dissolution d'argent avec excès d'acide, de manière qu'elle s'élevât à sept pouces et demi dans chaque branche, je versai dans l'un et l'autre un peu de mercure, mais en telle quantité que la dissolution nitrique pût communiquer librement et également d'un côté à l'autre. Je plaçai alors l'un des deux tubes (A) dans le méridien magnétique, l'autre (B) à angle droit sur celui-ci. Je trouvai, au bout de quelques heures, que la plus grande partie de l'argent contenu dans le tube (A), surtout dans la branche nord, avait cristallisé; dans le tube (B) au contraire, on n'apercevait pas encore, au bout de douze heures, la moindre trace de précipitation, et le mercure avait conservé tout son éclat; bientôt cependant il parut perdre un peu de sa fluidité; il devint inégal à sa surface, sans toutefois que les figures en forme d'arbres parussent comme à l'ordinaire : alors je plaçai deux aimans arti-

ficiels, l'un par le pôle nord, l'autre par le pôle sud, vis-à-vis le mercure de ce tube (B); ces pôles ne se touchaient pas. Cela fait, l'argent commença à se séparer de la dissolution à la manière accoutumée; l'expérience, si je m'en souviens bien, date de l'année 1818. Le papier sur lequel je décrivais les phénomènes fut remis en l'an 1819 au professeur OErsted de Copenhague, de sorte que je ne puis en rapporter les détails avec une entière certitude; mais voici une copie exacte des Notes que je rédigeai en répétant ces expériences, l'été dernier (1821).

Le 2 mai 1821, à midi, je plaçai deux tubes, l'un A dans le méridien magnétique, l'autre B perpendiculairement au premier : les cristaux d'argent se formèrent cette fois plus vite que dans les premières expériences, mais toujours plus promptement dans A que dans B, et dans la branche septentrionale que dans la branche méridionale; dans le tube A, il se déposa dans la branche sud seulement un sel blanc qui recouvrait l'arbre de Diane; dans le second tube B, le précipité blanc se forma aux deux côtés également.

A sept heures du soir, la longueur de l'arbre de Diane, dans le premier tube A, était de 5″ 6‴ dans la branche nord, et de 1″ 6‴ dans la branche sud; dans cette dernière branche, on voyait encore le sel blanc, etc., etc.

(Je supprime ici une foule de détails minutieux, et je termine par les conclusions du Mémoire.)

Les résultats constans de cette expérience (au moins je l'ai remarqué trois fois de suite) paraissent être les suivans : 1° l'arbre de Diane se développe avec plus de force lorsque le tube est placé dans le méridien magné-

tique que lorsqu'il est dirigé de l'est à l'ouest ; 2° dans le tube placé suivant le méridien magnétique, l'arbre de Diane s'élève plus haut dans la branche nord que dans la branche sud ; 3° les cristaux présentent, dans la branche nord, un éclat plus vif, et ont plus nettement la forme d'aiguilles ; dans la branche sud, ils sont plus oxidés et le sel blanc paraît s'y ramasser en abondance.

Dans le cas où on reconnaîtrait par des expériences souvent répétées que tout se passe effectivement comme je l'ai décrit, il faudrait en conclure que la force magnétique a aussi des effets chimiques, principe dont on avait à la vérité soupçonné l'exactitude, mais qui jusqu'ici n'était pas démontré expérimentalement.

SUR *la Combinaison décolorante du chlore avec les bases.*

PAR Mr J. J. BERZELIUS.

LE liquide décolorant et désinfectant que Labarraque a mis en usage, et que l'on obtient en dissolvant 15 parties de carbonate de soude cristallisé dans 40 parties d'eau, dans lesquelles on fait passer tout le chlore produit par 2 parties de peroxide de manganèse et 6 d'acide hydro-chlorique, a été l'objet de plusieurs recherches pour déterminer dans quel état le chlore y existait. On sait que les chimistes français supposent que ce liquide est une combinaison de chlore et de soude, et

que sa propriété décolorante dépend de la réduction de la soude en sodium.

Cependant, quoique les corps simples ne se combinent que très-rarement avec les oxides, plusieurs chimistes ont admis cette manière de voir sans de plus amples recherches, sans doute, à ce qu'il paraît, parce que la possibilité d'une telle combinaison serait démontrée par celles de couleur brune, que forme l'iode avec la chaux et la magnésie et que l'on obtient en évaporant un mélange d'iodure de potassium avec l'iodate de chaux ou de magnésie. Il n'est pourtant pas encore démontré si ces dernières sont effectivement des combinaisons de l'iode avec des oxides métalliques ; elles pourraient être tout aussi bien des mélanges d'iodates basiques (pour la formation desquels l'acide iodique a une très-grande disposition) avec des iodures métalliques qui contiendraient deux fois plus d'iode que les iodures ordinaires, surtout quand on sait que de semblables combinaisons sont déjà connues pour le sodium et le potassium. Tant que cette circonstance ne sera pas éclaircie, les combinaisons colorées de l'iode avec la chaux et la magnésie ne peuvent être d'aucun poids pour l'objet dont il s'agit.

Granville, en cherchant à déterminer dans quel état se trouvait le chlore dans la liqueur décolorante de Labarraque, a été conduit à la conclusion, qu'il n'y avait que la quantité de chlore qui n'était pas combinée avec la soude, qui seule décolorât.

Plus tard M. Faraday a reconnu que lorsqu'on fait bouillir rapidement cette liqueur, il ne s'en dégage point de chlore, et qu'on obtient un sel qui possède la

saveur particulière et le pouvoir décolorant de cette même liqueur avant son ébullition ; et Phillips a obtenu le même sel en cristaux aciculaires, qu'il considère comme composés de chlore et de carbonate de soude.

Dingler fils, dans une très-longue dissertation avec très-peu d'expériences, prétend que les acides sulfurique, nitrique et hydro-chlorique ne dégagent du chlorure de chaux que du chlore pur, entièrement absorbable par une dissolution de potasse ou par le mercure, et ne faisant pas explosion quand il est échauffé au dessus de 190 degrés ; ce qui prouve, suivant lui, que l'opinion que j'ai émise, et qui consiste à considérer le chlorure de chaux comme du chlorite de chaux, n'est point exacte.

Déterminé par une opposition aussi positive d'un jeune chimiste qui paraît ne pas connaître les difficultés de la chose, je dirai ici quelques mots sur les motifs qui avaient formé mon opinion, quoique je les aie publiés depuis 1817.

J'ai dissous dans du carbonate de potasse pur autant de chlorure de potassium qu'il a pu en prendre, et j'ai fait passer un courant de chlore dans le liquide au moyen d'un tube évasé à son extrémité en entonnoir. Peu de temps après, du chlorure de potassium a commencé à se précipiter, et après qu'il s'en fût déposé une couche d'un pouce d'épaisseur, le liquide possédait encore la propriété de bleuir d'abord le papier rouge de tournesol, et ensuite de le décolorer. Le sel séparé n'était que du chlorure de potassium contenant une trace de

chlorate de potasse. On sait cependant que ce dernier sel est si peu soluble, qu'il se précipite en grande partie à mesure qu'il se forme. Conséquemment, pour cette quantité de chlorure de potassium il ne s'était formé que la quantité de chlorate de potasse pouvant être tenue en dissolution; laquelle est si petite, qu'on peut presque la négliger. Il s'était formé à sa place une autre combinaison dans laquelle devait se trouver l'oxigène que le potassium avait abandonné en se précipitant à l'état de chlorure, et qui était restée en dissolution.

Ayant séparé le liquide décolorant du chlorure de potassium, je l'ai saturé entièrement de chlore; mais alors il s'est précipité du chlorate de potasse, ne contenant presque pas de chlorure de potassium.

Je tirai de là cette conclusion; que lorsqu'on fait passer du chlore dans une dissolution de potasse, il se forme d'abord du chlorite de potasse qui reste en dissolution, et du chorure de potassium qui se précipite aussitôt que le liquide en est saturé; que la formation de l'acide chloreux continue jusqu'à ce que l'alcali soit saturé à un certain point; mais qu'alors, en continuant de faire passer du chlore pour saturer entièrement la base, l'acide chloreux, contenu dans le sel dissous, se change en acide chlorique au moyen de l'oxigène séparé de la base par le chlore, et que c'était pour cela que dans le sel qui se précipitait, il y avait beaucoup plus de chlorate de potasse que de chlorure de potassium.

Comme les liquides décolorans que l'on obtient en saturant imparfaitement de chlore la soude ou la chaux, ont l'odeur, la saveur et la propriété décolorante du sel

de potasse, dont la nature ne me paraissait plus douteuse; je conclus, d'après l'analogie, que ces combinaisons étaient aussi des chlorites, qui, par la saturation complète de la base, se seraient changés en chlorates.

Cette manière de voir est fortifiée par l'observation que la combinaison supposée de la potasse avec l'acide chloreux, étant évaporée avec précaution à l'abri de l'air, fournit un sel cristallisé dont la dissolution décolore. Si l'on vient à faire bouillir cette dissolution, de l'oxigène se dégage, et il se précipite du chlorure de potassium avec du chlorate de potasse.

Ces phénomènes montrent que les chlorites, dans de certaines circonstances, peuvent être décomposés de deux manières différentes. 1° Ils abandonnent leur oxigène, comme pendant l'ébullition, et se changent en chlorures métalliques; 2° l'oxigène d'un atome du sel se sépare, et en change deux atomes en chlorate. Ce dégagement d'oxigène, que Berthollet a déjà observé, montre clairement que l'oxigène est retenu très-faiblement dans le liquide décolorant, et que ce dernier est tout autre chose qu'une simple combinaison de chlore et de potasse.

En combinant le chlore avec de l'hydrate de chaux, on ne peut pas montrer, avec la même certitude que dans le cas précédent, qu'il a dû se former du chlorure de calcium, puisque la masse reste sous une forme solide. En la dissolvant dans l'eau, on obtient, comme on le sait, un liquide décolorant.

M. Gay-Lussac a montré que cette dissolution précipitait le nitrate d'argent; et comme il a supposé qu'elle

n'était autre chose que du chlorure de chaux, il a cru que cette précipitation était due à ce que, au moment de la décomposition pendant laquelle le chlore abandonnait la chaux, il se formait du chlorure d'argent et du chlorate d'oxide d'argent qui restait en dissolution. Il a montré la présence du dernier en évaporant le liquide et chauffant le résidu, lequel a laissé dégager de l'oxigène, et a laissé du chlorure d'argent. Ces recherches, qui ont été connues en 1819, sont les seules avec celles que j'avais faites avant, qui, autant que je sache, aient été entreprises pour résoudre la question. Je vais maintenant ajouter quelques observations que j'ai eu occasion de faire.

Il paraîtrait résulter de la supposition de M. Gay-Lussac, que, lorsque la dissolution de chlorure de chaux est décomposée par un excès de nitrate d'argent, tout le chlore passe à l'état de chlorure et de chlorate d'argent, et que le liquide doit avoir perdu sa propriété décolorante. Il m'a paru facile de déterminer s'il en était ainsi. J'ai dissous dans l'eau du chlorure de chaux, et j'ai précipité la dissolution avec du nitrate d'argent neutre. Le précipité était noir, à cause de l'oxide précipité par l'excès de base. Mais à mesure que l'excès de base décroissait par la saturation, le liquide devenait de plus en plus décolorant, et enfin une vive effervescence d'oxigène s'est faite instantanément, et la propriété décolorante avait disparu.

Il était évident aussi que le premier précipité contenait du chlorure d'argent qui s'était séparé de l'oxigène, dont on venait d'observer le dégagement. Quoique ce phénomène semble montrer que la dissolution était tout

autre chose que du chlorure d'oxide d'argent, on ne voit point facilement si elle était un degré particulier d'oxidation du chlore, ou un peroxide d'hydrogène, dont l'oxide d'argent aurait pu effectuer la décomposition. Le peroxide d'hydrogène réduisant, en se décomposant, l'oxide d'argent, j'ai bien lavé le précipité noir avec de l'acide hydro-chlorique, pour pouvoir séparer l'argent réduit du chlorure d'argent au moyen de l'ammoniaque; mais l'acide hydro-chlorique a changé instantanément la masse noire en chlorure d'argent, en donnant lieu à un faible développement de chlore. Ce précipité ne contenait point d'argent réduit, mais était au contraire en grande partie un suroxide d'argent.

J'ai versé ensuite dans le chlorure de chaux une dissolution de nitrate de plomb neutre. Celui-ci a précipité de suite une masse blanche, qui bientôt a commencé à devenir jaune. J'ai ajouté aussitôt du nitrate en excès, et la masse a pris la consistance d'une bouillie. Elle était d'abord blanche, mais elle n'a pas tardé à devenir jaune. Jetée sur un filtre, elle a donné un liquide avec excès de nitrate de plomb, qui décolorait aussi bien qu'avant et même plus vite. La masse qui était sur le filtre devint d'une couleur de plus en plus foncée, et, à la fin, d'une couleur brune. Cette oxidation successive du sel de plomb basique précipité resterait sans explication si la précipitation du chlorure de plomb, qui se fait si vite et en si grande quantité, n'arrivait que parce que le chlore, en se combinant avec l'oxide de plomb, se changerait en chlorure et en chlorate de plomb. Il est clair que, après la précipitation du chlorure de plomb, la dissolution contient encore

une substance oxidante qui épuise continuellement son action oxidante sur l'oxide de plomb. Dans cette expérience, il n'y a eu aucun développement de gaz oxigène; mais le liquide décolorant filtré s'est troublé peu à peu, est devenu acide, et a déposé un précipité brun pendant qu'il a laissé dégager du chlore. Ce dégagement de chlore dans le liquide, pendant qu'il se précipite du peroxide de plomb, pourrait s'expliquer, mais difficilement, par la présence de l'acide nitrique, en ce que l'oxide de plomb (si on le considère comme combiné avec le chlore dans le liquide) se change en partie en peroxide aux dépens de l'acide nitrique du nitrate de plomb ajouté en excès, et laisse dégager le chlore. On ne pourrait pas supposer non plus que ce changement se soit effectué aux dépens de l'eau ou d'une partie de l'oxide de plomb contenu dans le nitrate; car alors il aurait dû se former de l'acide hydro-chlorique et du chlorure de plomb; il n'a pu, au contraire, se faire que parce que l'oxide de plomb, tant de l'acide nitrique que de l'acide chloreux, a réduit en chlore l'oxide chloreux, pendant qu'il s'est lui-même suroxidé.

Autant que je puis le voir maintenant, cette chose me paraît décidée; car, puisque le peroxide de plomb n'a point dégagé du liquide, de l'oxigène, mais bien du chlore, il est évident que ce qui a changé, dans l'expérience précédente, l'oxide d'argent en peroxide ne pouvait être du peroxide d'hydrogène.

J'ai mêlé ensuite du chlorure de chaux avec de l'eau, et j'y ai versé de l'acide nitrique jusqu'à complète dissolution de la masse. Le liquide ne sentait point le chlore,

blanchissait instantanément le papier de tournesol, et avait tout-à-fait la saveur du chlorite de potasse. Appliqué sur la peau, il a donné une odeur particulière, entièrement semblable à celle que donne le peroxide d'hydrogène. C'est pour cela que j'en ai laissé une goutte s'évaporer entièrement sur la main; mais je n'ai pas aperçu la tache d'un blanc de lait que produit le peroxide d'hydrogène. Il est aussi assez probable que la substance décolorante, contenue dans le liquide, n'est point le peroxide d'hydrogène, quoiqu'elle décolore de la même manière que le dernier, c'est-à-dire en vertu d'une oxidation.

La dissolution, entièrement neutre, n'a point donné la moindre odeur de chlore. Une goutte de nitrate d'argent neutre, s'y est précipitée en une masse blanche. Ayant ajouté, en une fois, du nitrate d'argent en excès, il en est résulté un précipité blanc, et on n'a point senti la moindre odeur de chlore. Le liquide, jeté sur le filtre, a passé très-promptement; il avait en même temps la saveur qui appartient aux sels d'argent et à l'acide chloreux, et décolorait aussi promptement et aussi parfaitement qu'avant la précipitation (1); mais bientôt il a commencé à se troubler; du chlorure d'argent s'est précipité, et il s'est formé du chlorate d'argent dans le

(1) En faisant cette expérience, il vaut mieux se servir de la dissolution d'argent pour déterminer si la dissolution est neutre; car, aussi long-temps que le précipité d'argent est coloré, le liquide contient un excès de chaux; et lorsqu'après la précipitation il exhale l'odeur de chlore, il contient de l'acide en excès.

même rapport que le pouvoir décolorant diminuait; enfin le liquide s'est éclairci de nouveau et a présenté une réaction acide sans décolorer et sans donner l'odeur de chlore. Lorsque le liquide s'est trouvé mêlé avec de l'oxide d'argent, le chlorite s'est décomposé avec dégagement de gaz oxigène; mais lorsqu'il ne contient aucune partie qui puisse agir comme désoxidante, le chlorite se décompose en un atome de chlorure d'argent qui se précipite, et en deux atomes d'argent qui restent en dissolution.

Il est évident, d'après ce qui précède, que l'expérience de M. Gay-Lussac est exacte dans son résultat final, mais qu'elle ne démontre nullement que le chlorure d'argent qui se précipite dans le premier mélange du chlorure de chaux avec le nitrate d'argent n'est dû qu'au chlorure de chaux dissous dans le liquide, et non au chlorure de calcium qu'il contient.

Si l'on précipite, avec un excès de nitrate de plomb, du chlorure de chaux neutralisé avec soin avec de l'acide nitrique, on obtient instantanément un magma de chlorure de plomb blanc qui se suroxide promptement, et le liquide incolore, blanchissant, qu'on en sépare, jaunit très-vite, et commence à sentir le chlore aussitôt qu'il se trouble par l'oxide brun de plomb qui se forme.

Je crois avoir prouvé autant qu'il se peut maintenant par ces expériences, que lorsqu'on combine le chlore par la voie humide avec une base oxidée, il s'opère la même décomposition que dans la combinaison du soufre avec une base; c'est-à-dire que pendant que le soufre forme de l'acide hypo-sulfureux, et un sulfure métallique, le chlore forme un chlorure métallique et prend

un degré d'oxidation inférieur à celui qu'il a dans l'acide chlorique, lequel se combine avec la base à l'état de sel. Ce sel a une grande tendance à céder de l'oxigène, à laquelle il doit sa propriété décolorante. Lorsqu'on le mêle avec certains corps organiques, il les détruit en les oxidant, et se change par là en chlorure métallique; il est aussi changé en chlorure métallique avec dégagement d'oxigène, par quelques oxides métalliques électro-négatifs qui décomposent le peroxide d'hydrogène, avec dégagement d'oxigène; et comme la différence de solubilité des chlorures métalliques et des chlorates est très-grande, les chlorites se décomposent d'eux-mêmes, peu à peu, en chlorates et en chlorures métalliques.

Les expériences précédentes ne décident point quel est le degré d'oxidation du chlore; mais comme l'oxide de chlore ne blanchit point, et qu'on ne connaît point jusqu'à présent de combinaisons d'un atome de chlore avec un ou avec deux atomes d'oxigène, il ne reste qu'à supposer, bien que je ne nie pas la possibilité du contraire, que les combinaisons décolorantes contiennent un oxide formé de deux atomes de chlore et de trois d'oxigène, que, d'après son analogie avec les acides nitreux et phosphoreux, on peut appeler *acide chloreux*, et qu'il peut former des combinaisons avec les bases.

Un fait qui paraît opposé à cette manière de voir, est que les combinaisons décolorantes, comme on le sait, sont complètement décomposées par l'acide carbonique de l'air ou par un courant de gaz carbonique, en laissant dégager le chlore. On pourrait croire, en

admettant même la facile décomposition du chlorite, que le chlorure métallique ne serait pas décomposé; mais chaque atome d'acide chloreux, qui devient libre, oxide une partie du métal dans le chlorure métallique, et l'acide carbonique forme ainsi un bi-carbonate qui n'est point décomposé par le chlore; et aussitôt que le chlore, séparé de cette manière, peut s'échapper, la décomposition marche sans interruption. C'est ainsi qu'on peut précipiter par le gaz carbonique une dissolution de sulfure d'arsenic ou de sulfure d'étain dans la potasse caustique, sans que l'on puisse apercevoir la moindre trace d'acide arsénieux ou d'oxide d'étain avec lesquels la potasse était combinée, parce qu'ils oxident la base avec laquelle l'acide carbonique doit se combiner.

(Extrait et abrégé des *Annalen der Physik.*, v. XII.)

Observations *sur le Succin.*

Par Mr J.-J. Berzelius.

L'on sait que le succin se trouve le plus ordinairement dans la houille brune, et qu'on l'a observé dans un tronc d'arbre gisant dans une masse de houille brune. Il ne reste plus aucun doute que cette résine fossile n'ait été originairement un produit végétal. Les corps nombreux qu'on y trouve renfermés, comme, par exemple, des araignées, des ailes de toutes sortes d'insectes, une corolle entièrement épanouie qu'on voit dans la collection de l'Académie d'Upsal, des empreintes d'écorces

et de branches qui ne sont point rares, prouvent suffisamment que le succin, de même que la résine commune, a coulé d'abord à l'état de baume, et que plus tard il s'est endurci sous forme de résine. Les observations suivantes, s'il en était besoin, donneraient une nouvelle preuve de l'origine du succin.

Cette résine contient au moins cinq substances différentes : 1° une huile odoriférante en petite quantité; 2° une résine jaune intimement combinée avec cette huile, qui se dissout facilement dans l'alcool, l'éther et les alcalis, qui est très-fusible, et qui ressemble aux résines communes non fossiles ; 3°. un résine difficilement soluble dans l'alcool froid, mieux dans l'alcool bouillant, duquel elle se sépare par le refroidissement sous la forme d'une poudre blanche, et qui se dissout dans l'éther et dans les alcalis. Ces deux résines et l'huile volatile, telles que l'éther les extrait du succin, forment, après l'évaporation de ce liquide sur l'eau, un baume naturel visqueux, très-odorant et d'un jaune clair, qui se durcit ensuite en conservant une partie de son odeur. On a tout lieu de conjecturer que ce corps est précisément ce qu'a été le succin à son origine, mais maintenant peut-être plus pauvre en huile essentielle qu'alors, et que les parties insolubles du succin se sont formées avec le temps par l'altération de ce baume, et en ont enveloppé une partie qui par là a été défendue de toute décomposition ultérieure. La *quatrième* substance contenue dans le succin est l'acide succinique, qui est dissous avec le baume par l'éther, l'alcool et les alcalis. La *cinquième* substance est insoluble dans l'alcool, l'éther et les alcalis, et a quelques rapports avec

la matière que John a trouvée dans la gomme-laque, et qu'il a désignée par le nom de principe de la laque (*lackstoff*), lequel se forme en plus grande quantité lorsqu'on précipite et qu'on blanchit par le chlore la dissolution de cette résine dans un alcali.

(*Annalen der Physik.*)

Sur *la Fonte du suif.*

Le suif pendant sa fusion laisse dégager une odeur fort incommode que l'on a cherché à détruire par plusieurs moyens.

La fusion au bain-marie a été essayée, mais sans succès; la température qu'on obtient par ce moyen est trop peu élevée, les crétons retiennent trop de suif, et la mauvaise odeur n'est pas suffisamment détruite.

On a aussi essayé de laver le suif en branches avec une dissolution de chlorure de chaux, et on prétend qu'on a ainsi beaucoup diminué la mauvaise odeur des vapeurs qui s'élèvent pendant la fonte. Mais il suffit, pour apprécier le mérite de ce procédé, de remarquer que le chlore se combine avec le suif, ce qui est un grave inconvénient, et de plus que le suif, lavé seulement à sa surface, n'en donnerait pas moins l'odeur désagréable qui est le résultat de la fonte elle-même.

M. Gannal, dans un établissement qu'il dirigeait dans la plaine de Mousseaux, près de Paris, était parvenu à diminuer l'odeur que donne le suif pendant sa fusion, en ajoutant au suif une certaine quantité d'acide dont la

nature n'a pas été indiquée, et il la détruisait complètement en faisant passer les vapeurs qui s'élevaient des chaudières à travers un lit de charbons embrasés.

Des moyens analogues ont été indiqués par M. D'Arcet, et exécutés avec une modification proposée par le Conseil de salubrité de Nantes ; ils ont le double avantage de donner un suif de meilleure qualité, sans pression des crétons, et de détruire tout-à-fait la mauvaise odeur qu'exhale le suif pendant sa fusion.

Le premier moyen de M. D'Arcet consiste à mettre dans une chaudière de cuivre rouge suffisamment grande, bien propre et ouverte, 100 kilogrammes de suif en branches coupé par petits morceaux, 50 kil. d'eau et 1 kil. d'acide sulfurique à 66°. Ce procédé donne lieu à des vapeurs beaucoup moins fétides, mais qui sont encore très-désagréables. Le Conseil de salubrité de Nantes propose d'ajouter à la chaudière un diaphragme mobile percé de trous, pour empêcher le suif d'adhérer au fond de la chaudière, et cette modification ne peut qu'être avantageuse, s'il est vrai que quelquefois les crétons adhèrent. Dans ce procédé, la fusion s'opère en beaucoup moins de temps que sans acide ; le suif rend davantage, les crétons n'ont pas besoin d'être pressés ; mais ils retiennent de l'acide sulfurique, et si on ne peut le leur enlever entièrement, ils ne pourraient plus être employés à la nourriture des animaux, ce qui serait un inconvénient.

Dans un autre procédé qui conserve aux crétons leur ancienne destination, M. D'Arcet se borne à faire arriver les vapeurs du suif sous le foyer même des chaudières où s'opère la fusion ; là, en traversant le foyer, elles

éprouvent une combustion complète et ne conservent plus d'odeur.

Le Conseil de salubrité de Nantes a constaté l'efficacité de l'emploi de l'acide sulfurique, et il propose de réunir les deux moyens de M. D'Arcet, en condensant les vapeurs aqueuses dans un réfrigérant avant de les faire arriver au foyer. Dans une expérience faite par M. Thibault, 100 kilogrammes de suif en branches ont donné avec l'emploi de l'acide sulfurique 95 kil. de suif fondu et 5 de déchet, tandis que le même suif, fondu par l'ancien procédé, donne un déchet de 8 à 10 pour cent.

(*Annales de l'Industrie*; extrait.)

Réduction *de l'Arsenic, de son sulfure, pour des recherches chimico-légales.*

Par Mr J.-J. Berzelius.

On met le sulfure d'arsenic dans un tube de verre ouvert, du diamètre d'une plume à écrire et de 4 à 5 pouces de long; on tient le tube incliné et on grille le sulfure en le chauffant à son extrémité supérieure; sa vapeur, en traversant l'endroit échauffé, se brûle en totalité, pourvu que l'on conduise le grillage assez lentement. L'acide arsénieux cristallise et on le réunit dans un seul endroit. On tire le tube près de là; on rassemble l'acide arsénieux dans la partie étranglée, et on le réduit avec un fragment de charbon.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Juin* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	760,80	+18,5	70	761,23	+20,0	61	760,80	+20,6	60	760,60	+15,2	80	+20,6	+11,5	Eclaircies.	O.
2	758,80	+17,3	74	758,56	+19,5	65	758,04	+18,1	65	758,35	+13,8	90	+19,5	+12,2	Eclaircies.	O.
3	759,31	+18,0	67	759,06	+19,2	66	758,28	+20,6	57	757,50	+13,5	73	+20,6	+ 9,7	Nuageux.	O.
4	754,08	+18,0	72	752,44	+17,1	70	750,52	+14,2	86	747,40	+14,5	90	+18,0	+ 9,6	Couvert.	S. S. O. tr.-fort
5	747,97	+16,5	64	749,32	+16,2	64	749,27	+18,2	64	750,06	+13,2	88	+18,2	+ 7,7	Eclaircies.	S. O. très fort.
6	751,86	+16,8	65	752,18	+17,3	66	752,80	+13,7	70	754,34	+10,8	86	+17,3	+ 9,6	Pluie par momens.	O. S. O. fort.
7	758,03	+15,2	75	758,82	+17,0	64	759,62	+15,7	64	761,16	+12,0	70	+17,0	+10,2	Couvert.	O.
8	762,07	+16,3	73	762,10	+16,9	66	762,20	+16,9	60	762,85	+11,8	80	+16,9	+ 9,5	Couvert.	S. O.
9	762,63	+15,2	83	762,33	+13,0	86	761,62	+17,5	69	762,48	+13,9	68	+17,5	+ 7,5	Pluie.	N.
10	763,31	+17,3	73	763,12	+21,0	67	762,45	+20,5	65	763,16	+15,9	78	+2[illegible],0	+10,2	Très-nuageux	S. O.
11	762,90	+19,5	70	762,70	+20,7	64	762,64	+19,2	66	762,52	+15,7	75	+20,7	+12,7	Quelq. pet. éclairc.	O. N. O.
12	761,78	+18,5	74	761,20	+21,9	63	760,80	+22,2	64	761,07	+16,6	8[illegible]	+22,3	+10,8	Eclaircies.	O. N. O.
13	761,04	+20,2	65	760,71	+23,[illegible]	60	760,03	+22,7	59	759,90	+19,0	64	+23,2	+13,7	Eclaircies.	N. E.
14	760,18	+21,3	64	759,66	[illegible]	63	759,00	+25,0	60	758,17	+21,6	62	+25,0	+14,0	Beau.	E.
15	757,48	+26,6	64	756,96	[illegible]	63	756,76	+28,5	60	755,82	+19,9	73	+28,5	+13,7	Légers nuages.	N. N. O.
16	754,30	+26,5	64	753,52	[illegible]	64	752,09	+28,3	65	749,52	+22,7	75	+28,3	+19,3	Nuages.	S.
17	746,90	+22,7	70	747,58	+24,2	69	742,88	+24,7	62	747,78	+15,0	90	+24,7	+13,1	Couvert.	S. O. fort
18	747,00	+18,[illegible]	87	749,12	+19,7	74	751,12	+20,9	71	755,12	+16,0	88	+20,9	+14,5	Quelq. petit éclairc.	S. O. très-fort.
19	758,70	+20,7	70	758,72	+22,7	67	758,00	+23,0	66	756,91	+19,2	75	+23,0	+12,1	Petits nuages.	S. S. O.
20	756,72	+24,8	70	756,72	+22,5	71	755,40	+26,1	72	755,04	+20,5	81	+26,1	+14,8	Couvert.	N. E.
21	754,90	+16,7	85	756,30	+19,7	69	756,76	+21,7	64	757,07	+16,8	84	+21,7	+14,6	Nuageux.	S. O.
22	757,15	+20,5	72	756,70	+21,1	66	755,95	+23,2	64	756,06	+16,2	81	+23,3	+12,3	Eclaircies.	S. O.
23	756,78	+17,5	82	757,14	+15,0	90	757,10	+17,6	89	759,20	+14,2	90	+17,6	+13,1	Pluie fine.	O.
24	762,17	+15,7	84	762,78	+19,5	70	762,50	+19,7	68	763,64	+16,0	70	+19,8	+11,8	Petites éclaircies.	N.
25	764,40	+18,0	64	764,04	+20,2	63	763,34	+20,9	60	764,10	+18,8	75	+21,9	+11,2	Très-nuageux.	N.
26	765,27	+20,3	69	764,73	+23,8	60	763,76	+24,1	54	762,70	+20,5	61	+2[illegible],1	+12,5	Nuageux.	N.
27	760,64	+24,0	60	759,00	+25,1	51	757,60	+26,1	50	755,90	+23,0	60	+26,6	+15,[illegible]	Très-petits nuages.	E.
28	754,63	+25,0	61	753,56	+27,0	60	752,60	+28,7	51	752,20	+24,2	65	+28,8	+17,6	Quelq. légers nuages.	E. N. E.
29	751,76	+28,7	60	751,83	+31,2	56	751,50	+29,5	54	752,75	+23,2	86	+32,0	+18,5	Très-nuageux.	N. N. O.
30	754,46	+24,2	65	754,42	+25,8	59	754,00	+25,6	50	754,58	+[illegible],6	63	+25,8	+16,8	Quelq. petits nuages.	O.
1	757,89	+16,9	72	757,92	+17,7	68	757,56	+17,6	66	757,79	+13,4	82	+18,7	+ 9,8	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	756,70	+21,8	70	756,69	+23,3	66	756,37	+24,1	64	756,19	+18,6	76	+24,3	+13,9	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 5,825
3	758,27	+21,1	70	758,05	+22,9	64	757,51	+23,7	60	757,85	+19,3	74	+24,2	+14,4	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 5,400
	757,62	+19,9	71	757,55	+21,3	66	757,15	+21,8	64	757,27	+17,1	77	+22,4	+12,7	Moyennes du mois,	+17,5.

COMPARAISON *entre les deux galvanomètres les plus sensibles, la grenouille et le multiplicateur à deux aiguilles, suivie de quelques résultats nouveaux.*

PAR Mr L. NOBILI DE REGGIO.

LE galvanomètre à deux aiguilles, tel que je l'ai imaginé il y a deux ans, est d'une sensibilité qui semble, à la première vue, ne pouvoir être surpassée ; je possède quelques-uns de ces instrumens qui poussent l'indication au delà de 150° au premier mouvement qu'ils font sous l'action de courans très-faibles, comme, par exemple, celui d'un élément thermo-électrique composé de deux fils de cuivre et de fer chauffés, à une de leurs jointures, par la seule chaleur du doigt. La grenouille donne aussi des signes distincts d'effets électriques extrêmement faibles, comme le prouvent toutes les expériences faites dans les premiers temps du galvanisme ; mais lequel de ces deux indicateurs, la grenouille ou le multiplicateur à deux aiguilles, doit être préféré dans les recherches les plus délicates ? C'est sans doute le multiplicateur : il a sur la grenouille un avantage absolu du côté de la facilité de pouvoir comparer les résultats. Mais si les contractions de la grenouille ne fournissent pas des indications aussi précises que celles du multiplicateur, ce n'est pas un motif pour renoncer entièrement aux ressources qu'elle peut offrir. En effet, si la grenouille était plus sensible que le multiplicateur, il faudrait également recourir à elle dans

tous les cas où l'autre instrument donnerait des résultats équivoques ou négatifs. J'ai été naturellement conduit à examiner la sensibilité relative de la grenouille et de mon galvanomètre, en étudiant les expériences de MM. Becquerel et Davy, relativement au développement des courans électro-chimiques. Y a-t-il réellement production de courans électriques dans l'acte des combinaisons chimiques? C'est un fait encore controversé que je voulais essayer d'éclaircir par de nouvelles expériences, quand je pensai qu'on n'avait point encore fait attention à la grenouille, et que peut-être avions-nous dans cet animal un moyen plus assuré de résoudre la question. J'indiquerai, à la fin, les résultats positifs que j'ai obtenus sur ce point; mais devant tout de suite entrer dans le sujet principal du présent article, je commencerai par le détail des recherches que j'ai faites pour fixer la place que doit occuper la grenouille parmi les galvanomètres.

Ces instrumens sont destinés à mesurer l'intensité des courans électriques qu'on a coutume de distinguer en continus et discontinus. Etudions d'abord les phénomènes produits par les premiers, puis ceux auxquels donnent naissance les seconds.

Courans continus. Ces courans se distinguent en *hydro-électriques* et *thermo-électriques*; dans les premiers, entre toujours un conducteur humide, et ils peuvent être produits de deux manières, soit avec des conducteurs de seconde classe seulement, soit avec des conducteurs d'une espèce quelconque, combinés avec ceux de première classe, qui sont des métaux. Nous appellerons *hydro-électriques de seconde classe* les

courans produits par la première manière; *hydro-électriques de première classe* les seconds.

Dans les courans thermo-électriques connus jusqu'ici, il n'entre pas de conducteurs humides, mais ils se développent à l'aide de la seule chaleur appliquée aux circuits entièrement métalliques.

Première comparaison. — Courans hydro-électriques de seconde classe. On prépare une grenouille comme Galvani le faisait, et ayant rempli deux tasses d'eau, ou plutôt d'une solution saline, on place la grenouille de manière que ses pattes trempent dans l'une et le tronc dans l'autre; les cuisses se soutiennent, soit sur une troisième tasse renversée, soit avec quelqu'autre corps isolant. On prend ensuite un fil d'amiante ou même un petit cordon de coton, et l'ayant trempé dans le liquide, on le tient prêt pour former le circuit galvanique, faisant ressortir les bouts entre les deux tasses. Si la grenouille est fraîchement préparée, ses contractions, au moment où le circuit est fermé, ne manquent jamais ou presque jamais d'avoir lieu : dans ce circuit, il n'entre aucune substance métallique, et l'effet est dû absolument à la seule combinaison des conducteurs de seconde classe, assez différens entr'eux pour former sur la grenouille un courant sensible. Nous aurons souvent l'occasion de parler de ce courant, nous l'appellerons, pour cette raison, *courant de la grenouille*, sans nous embarrasser des parties, quelles qu'elles soient, qui le produisent. Ayant reconnu si promptement le courant de la grenouille, ma première pensée fut d'introduire un courant semblable dans un de mes multiplicateurs les plus sensibles pour observer l'indice

qu'il en donnerait. J'avais une telle confiance dans l'instrument que j'employais, que je fus très-étonné en voyant que la grenouille se contractait encore dans le nouveau circuit pendant que l'aiguille du multiplicateur n'avait aucun mouvement. Ce résultat me fit craindre que l'instrument ne fût pas capable de mesurer les courans produits par les conducteurs de seconde classe; mais avant de donner trop de poids à cette opinion, je fis une seconde tentative. Je construisis un autre galvanomètre, auquel je donnai tous mes soins afin qu'il pût réussir mieux que les précédens. Il fut effectivement beaucoup plus délicat, et j'eus des signes non douteux du courant de la grenouille. Les tasses étant pleines d'eau commune, les déviations étaient de peu de degrés; mais avec la solution saline, les premiers mouvemens de l'aiguille étaient de 10°, 20° et même 30°. Le courant de la grenouille va des muscles aux nerfs, c'est-à-dire des pieds à la tête. Ce résultat est de la plus grande importance pour la théorie, non moins que pour la pratique de l'un de nos plus précieux instrumens; nous en faisons mention, nous réservant de nous en servir plus tard.

Nous avons dit que l'aiguille se dévie de peu de degrés dans le circuit du courant de la grenouille. Quand les tasses sont pleines d'eau, nous devons actuellement ajouter que, pour peu qu'on augmente l'étendue de ce mauvais conducteur, il ne passe plus par le fil du multiplicateur de courant assez fort pour mouvoir sensiblement son aiguille. Dans le même cas, une bonne grenouille donne encore quelque signe de courant, ce qui lui assure un certain degré de supériorité.

Seconde comparaison. — Courans hydro-électriques de première classe. On attend qu'une grenouille ne donne plus de signe de mouvement sous l'action de son propre courant, ensuite on la place dans le circuit d'un autre courant produit par un élément voltaïque, comme à l'ordinaire, mais affaibli de manière qu'il passe inaperçu par le multiplicateur. On voit la grenouille se contracter sous l'action du courant voltaïque, sinon toujours, du moins souvent, et en particulier, lorsque le courant la traverse *des pieds à la tête*. Ainsi la supériorité que la grenouille possède dans le cas des courans hydro-électriques de seconde classe, elle ne la perd pas dans ceux de première classe. Il était facile de prévoir ce résultat, mais il convenait cependant de s'en assurer par une expérience directe.

Troisième comparaison. — Courans thermo-électriques. Ces courans sont très-sensibles au galvanomètre à deux aiguilles, tant qu'ils sont produits dans un circuit tout métallique. Mais aussitôt qu'on les fait passer au travers de conducteurs humides, ils s'affaiblissent de manière que les galvanomètres les mieux construits en donnent seuls des signes un peu distincts (1).

Ces indices s'affaiblissent avec l'augmentation de l'étendue du liquide interposé, et finissent par dispa-

(1) Les galvanomètres les plus sensibles pour les courans hydro-électriques ne sont pas les meilleurs pour les thermo-électriques. Ces derniers exigent un fil conducteur plus gros, et qui fasse un moindre nombre de tours autour de l'instrument.

raître entièrement quand on dépasse un certain point. C'est ce dont on peut s'assurer avec un fil de cuivre, celui même du multiplicateur, dans lequel la continuité de l'une des parties est interrompue par un liquide. Au moment du contact de l'extrémité froide du fil avec l'autre extrémité chauffée par une lampe, l'aiguille du multiplicateur ne se mouvra que de peu de degrés, si l'intervalle liquide est petit; elle restera tout-à-fait immobile, si cet intervalle a une certaine étendue. Supposons-le assez grand pour qu'il en soit ainsi, et augmentons-le en outre de tout le corps d'une grenouille qui ait perdu une partie de son irritabilité primitive, qu'on ferme ensuite le circuit en mettant en contact les deux extrémités également froides; la grenouille ou n'aura pas de mouvement, ou du moins en aura un très-léger dû à son propre courant, qu'elle est encore en état de ressentir faiblement. Mais que l'on chauffe l'une des extrémités et qu'on la mette en contact avec l'extrémité froide, la grenouille se contractera vivement, et l'aiguille du galvanomètre restera sans mouvement comme auparavant.

Si, dans la première époque du galvanisme où l'on arrangeait les grenouilles de tant de manières, il était venu dans l'esprit de quelque physicien d'armer le muscle et le nerf de deux longs fils du même métal, et de réchauffer ensuite l'extrémité libre d'un des fils, pour la toucher avec l'autre non réchauffée, la science aurait été enrichie vingt ans plus tôt de l'intéressante découverte de Seebek, et Volta aurait été surpris à la vue d'un fait qui conduisait directement à une conséquence contraire à l'esprit de ses principes, savoir : la possi-

bilité d'exciter un courant dans un circuit formé de substances métalliques seulement. La grenouille en effet, dans l'exemple cité, exerce les seules fonctions de conducteur, et les extrémités de l'arc métallique, appliqué aux muscles et aux nerfs, ne produisent à cause de leur homogénéité aucun changement électrique (1) : tout l'effet vient de la portion du milieu de ce même arc, réchauffée à une place et refroidie à une autre ; d'où il résulte qu'en supposant qu'une plaque de métal quelconque soit substituée à la grenouille, les causes qui excitent le courant subsistent comme auparavant, et plutôt que de devenir moindres par la suppression de ce conducteur de seconde classe, elles doivent s'accroître en énergie, comme cela a réellement lieu.

Supposons enfin que la cause qui fait qu'on a tardé si long-temps à découvrir les courans thermo-électriques eût été récemment aperçue par les physiciens, tous probablement auraient dit qu'une telle découverte était une conséquence de la découverte plus lumineuse du professeur danois. On voit cependant que les savans qui s'occupent d'électricité avaient dans la grenouille un instrument capable, autant que l'aiguille magnétique, de mettre en évidence les courans du Dr Seebek. C'est ici une occasion de remarquer que les expériences les plus simples et les plus décisives sont quelquefois les dernières que l'on fasse, et qu'elles ne se présentent

(1) Cette homogénéité est garantie par la longueur des fils, qui ne permet pas que la chaleur de l'extrémité chauffée se propage d'une manière sensible jusqu'à la partie qui touche la grenouille.

à l'esprit qu'après qu'on a essayé tous les autres moyens.

Courans discontinus. Il y en a de deux espèces : ceux de la pile sèche et ceux des machines ordinaires.

Quatrième comparaison. — Pile sèche. Ces piles sont sans action, tant sur la grenouille que sur les multiplicateurs.

Cinquième comparaison. — Machines ordinaires. L'électricité de ces machines, quelque faible qu'elle soit, imprime aux grenouilles de fortes convulsions ; les multiplicateurs ordinaires ne donnent aucun signe d'action. Pour en avoir quelques indices, il faut isoler beaucoup plus les circuits du multiplicateur, et s'en servir comme l'a fait M. Colladon.

Conclusion.

Il résulte, des diverses comparaisons auxquelles ont été soumis les deux instrumens, que la grenouille ne le cède en aucun cas au multiplicateur ; sa supériorité était déjà connue dans le cas de l'électricité ordinaire, mais il restait à fixer le point principal, c'est-à-dire la place qui lui convenait comme indicateur des courans continus. Avec de nouveaux soins, je parviendrai peut-être à améliorer encore un peu mon galvanomètre ; mais aucun effort ne pourra probablement lui procurer toute la sensibilité dont est susceptible une grenouille bien préparée. De toute manière, celle-ci mérite actuellement la première place, et je dis cela d'autant mieux, que je n'ai pas encore obtenu d'effet sur la grenouille

que je ne l'aie plus ou moins vérifiée avec le galvanomètre (1).

Il est juste également de ne pas omettre un fait en faveur de ce dernier instrument, c'est que, pour mesurer les courans thermo-électriques, il n'est point nécessaire de les faire passer au travers d'un conducteur humide, comme cela s'est fait à l'occasion de la troisième comparaison. Il fallait alors faire l'expérience de cette manière, parce que la grenouille devait nécessairement entrer dans le circuit du multiplicateur; mais à part ce cas spécial et d'autres également particuliers, les courans thermo-électriques s'introduisent tout droit

(1) Mon galvanomètre, dans son état actuel, subit une déviation de 80° sous l'action du courant qui fait dévier d'un degré mon galvanomètre comparateur. Ce dernier instrument a déjà été, avec le Mémoire qui l'a accompagné, présenté par M. Arago à l'Institut de France. Probablement les illustres Rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique* en rendront bientôt compte, et je voudrais que le moment ne fût pas éloigné où les physiciens s'entendront sur la force de leurs multiplicateurs respectifs.

Peu de temps après que j'eus fait connaître mon multiplicateur à deux aiguilles, quelques personnes crurent que je pourrais le rendre encore plus sensible en doublant le système que j'avais adopté. Je publiai, il y a deux ans, une Note où je montrai qu'on ne gagnait rien par une semblable méthode (*Journal de Pavie*, t. VI, bimest. V, an. 1825); et à présent je vois, non sans quelque surprise, que M. Becquerel semble préférer l'emploi de quatre aiguilles, et qu'outre cette complication, au lieu de se servir d'un seul circuit, il en emploie dix, qui partent tous des deux mêmes

dans le fil de l'instrument, et ils achèvent le circuit sans abandonner le chemin des conducteurs métalliques, chemin excellent pour eux, tellement que les courans, excités par les différences de température très-faibles, produisent des déviations considérables, pendant que les mêmes courans, dirigés sur des grenouilles les mieux préparées et les plus irritables, ne produisent pas sur elles la plus petite impression. Il faut donc faire une distinction; s'il est question de courans hydro-électriques dans le circuit desquels entre toujours quelque conducteur de seconde classe, la grenouille est un indicateur plus délicat que le galvanomètre; s'il est ques-

---

extrémités. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxxv, p. 118.) Les courans très-faibles passent entièrement par des fils très-fins, longs de plusieurs centaines de pieds. Ce fait, que j'ai vérifié pour mon instruction, ne semble pas avoir dirigé M. Becquerel dans l'emploi de ses circuits; au lieu de s'en servir comme de ramifications d'un même fil, il en aurait tiré meilleur parti en les employant tous à former un même circuit destiné à l'emploi ordinaire. J'aurais aussi un mot à dire sur le silence que M. Becquerel a tenu, la première fois qu'il a publié la description sommaire du galvanomètre à deux aiguilles. (*Annales*, t. xxxi, p. 371.) Mais, sans rechercher les motifs de cette omission, je remarquerai seulement que les complications qu'il y a introduites ne sont pas propres à améliorer l'instrument, qu'elles lui ôtent sa simplicité, sans lui procurer d'avantage en compensation; imperfections que je me hâte de faire connaître, de peur que le nom puissant de M. Becquerel n'en fasse juger autrement.

tion de courans qui peuvent, comme les thermo-électriques, se maintenir dans des circuits métalliques, un multiplicateur médiocre est sans comparaison plus sensible que la grenouille la plus irritable. Au reste, aussitôt qu'on fait entrer dans le circuit thermo-électrique un conducteur de seconde classe, la grenouille se trouve être de nouveau plus sensible que le galvanomètre. D'après cette distinction, le meilleur parti que l'on puisse prendre est de se familiariser avec l'usage de la grenouille : il est vrai que l'on connaît depuis longtemps ce moyen d'examen, mais il demande de nouveau notre attention pour les services que la science est en droit d'en attendre.

Nouvelle Méthode de se servir de la Grenouille. Le courant de la grenouille a une certaine direction et une certaine force, et on peut le détruire en le dirigeant contre un autre d'égale intensité. Si l'on prépare deux grenouilles de la manière accoutumée, et que l'on forme avec elles seules le circuit galvanique, en mettant en contact réciproque le nerf de l'une avec le muscle de l'autre, les grenouilles se contractent toutes deux ; elles restent sans mouvement, au contraire, quand on renverse la disposition des contacts, touchant le nerf avec le nerf, et le muscle avec le muscle. Dans ce cas, les forces électromotrices des deux grenouilles agissent en sens contraires, et l'effet est nul, comme dans le cas de deux élémens voltaïques disposés en sens inverse.

Tant que la grenouille se contracte un peu en vertu de son propre courant, elle jouit de toute sa sensibilité, qualité précieuse dont il faut savoir profiter dans les expériences très-délicates. Le temps pendant lequel

la grenouille conserve son irritabilité n'est pas si court qu'on pourrait le croire. Ordinairement elle dure quelques minutes, et le physicien peut bien, dans cet intervalle, faire diverses expériences. Il faut seulement se mettre en garde contre une source d'erreur : savoir, l'influence du courant de la grenouille. Le moyen le plus sûr de s'en garantir me parut être de le détruire avec une seconde grenouille placée en sens contraire de la première; mais l'expérience ne tarda pas à me montrer que l'on évitait bien l'erreur de cette manière, mais que ces grenouilles, ainsi placées, ne se contractaient plus sous l'action de courans très-faibles. Je renonçai donc à ce moyen, et je cherchai un autre expédient qui consistait à amener les courans dans deux directions opposées, les faisant passer une fois du muscle au nerf et du nerf au muscle. Dans l'un de ces cas, pensai-je, le courant dont la direction est inconnue conspirera avec celui de la grenouille que nous ferons aller des *pieds à la tête*, et alors les contractions seront plus fortes que dans le second cas, ou les courans seront dirigés en sens contraire. Je trouvai que la différence des contractions dans les deux cas était, généralement parlant, assez forte pour manifester l'existence d'un courant indépendant de celui de la grenouille; mais je m'aperçus qu'on ne jugeait pas toujours avec une égale certitude de cette diversité, et qu'il en naissait quelquefois certaines anomalies qui jetaient quelques doutes sur les résultats. Désireux d'éviter cet inconvénient, je me souvins que les courans étrangers font contracter les grenouilles, même lorsqu'ils s'introduisent dans les nerfs; je conclus donc qu'il fallait exclure du circuit électrique toute

la partie inférieure de la grenouille, et qu'en agissant uniquement sur le nerf, nous nous garantissions du courant propre de l'animal, sans être obligé d'attendre que celui-ci eût perdu aucun degré de sa sensibilité primitive. La théorie fut confirmée par l'expérience; les courans les plus faibles, introduits seulement dans le nerf, font vivement contracter la grenouille; et l'effet n'est sûrement pas douteux dans son origine, puisqu'en introduisant un nerf dans un arc homogène, on n'excite jamais de contraction. Il faut observer qu'il n'est point nécessaire de porter sur la petite branche des nerfs cruraux les deux extrémités de l'arc qui comprend les substances électromotrices soumises à l'expérience; on en porte une seule; l'autre, pour plus de facilité, se plonge dans un vase que l'on fait communiquer à la distance convenable avec le tronc de l'épine dorsale. La présence de cet appendice n'altère point les résultats, car il n'est que la continuation des nerfs cruraux que l'on conserve pour faciliter les commnications.

Ayant découvert l'existence d'un courant en l'introduisant seulement dans le nerf, il reste à fixer sa direction. Cette recherche peut aussi se faire au moyen de la grenouille; on tire parti de son propre courant en l'introduisant tantôt par une extrémité, tantôt par l'autre, dans le circuit du courant que l'on reconnaît par son action sur le nerf; les contractions qui ont lieu ainsi ne sont pas égales, et leur différence fait voir quand le courant en question va dans le même sens que celui de la grenouille, et quand il va en sens contraire. Dans le premier cas, les contractions ont une certaine intensité; dans le second, elles sont plus faibles ou nulles. J'ai

déjà averti que cette différence est sujette à quelques erreurs ; je répèterai le même avis, mais en pensant que si la grenouille ne répond pas toujours à une égale certitude à la recherche de la direction des courans, elle ne laisse non plus sur cet article que peu de chose à désirer.

Résultat de diverses expériences. Durée du courant de la Grenouille. Les grenouilles ne se contractent sous l'action de leur propre courant que peu de temps ; ce même courant continue d'agir sur le galvanomètre pendant plusieurs heures. Durant cet intervalle, il est naturel de supposer que la grenouille perd tout le reste de sa force vitale ; la longue durée de ce courant est un fait intéressant pour la physiologie, en tant qu'il prouve mieux qu'aucun autre peut-être l'indépendance des forces électromotrices de celles qui sont inhérentes à la vie.

Effet électro-magnétique de plusieurs grenouilles. Le courant de la grenouille fait dévier l'aiguille de mon galvanomètre d'un certain nombre de degrés ; dans une expérience j'obtins 5°. Une seconde grenouille étant mise dans le circuit et disposée dans le même sens que la première, la déviation fut de 8° ; en ayant ajouté une troisième, je portai l'aiguille jusqu'à 11°. L'effet électro-magnétique de la pile de seconde classe s'accroît donc avec le nombre des élémens, conséquence importante pour deux motifs ; 1° parce que cela nous apprend à ne pas borner nos essais à l'effet d'un seul élément dans les recherches relatives au développement de l'électricité de ce genre de conducteurs : si un seul ne fait pas mouvoir le galvanomètre, plusieurs peu-

vent produire l'effet désiré ; 2° parce qu'elle ne s'accorde pas avec la loi du prof. Marianini, qui dit que, dans les piles, un seul élément produit l'effet électro-magnétique de tous les autres. Il est vrai que dans le cas de ses piles, les courans hydro-électriques sont de première classe, et je pense qu'il existe une loi particulière pour ceux de seconde classe. Mais je me suis assuré, d'ailleurs, que dans tous les cas l'effet électro-magnétique s'accroît avec le nombre des élémens, quand la force individuelle de ces élémens est très-faible. Il en sera donc de cette loi de Marianini comme de tant d'autres également utiles. Elle sera une loi d'approximation physiquement exacte dans les limites des courans ordinaires.

Courans dans le cas simple de décompositions et combinaisons chimiques. Je remplis deux petits verres, que j'appellerai *A* et *B*, d'une solution de nitre, et j'y plonge les extrémités de mon galvanomètre, qui consistent en deux petites lames de platine. Je prends un troisième vase *C*, et j'y verse un peu d'acide nitrique. J'établis les communications avec deux arcs d'amiante et de coton imbus de la solution même des vases *A* et *B*. Avec l'un de ces arcs je fais communiquer la tasse de l'acide nitrique et la solution contenue dans l'un des deux verres, celui, par exemple, que j'ai appelé *A* : je tiens dans ma main le second arc, après avoir mis à l'une de ses extrémités un petit bâton de potasse caustique, que je commence par rendre conducteur en l'humectant légèrement avec la solution contenue dans les vases *A* et *B*. Je mets enfin l'alcali en contact avec l'acide nitrique, en même temps que je

plonge dans le vase *B* l'autre extrémité de l'arc de communication. L'action chimique commence aussitôt, et l'aiguille de mon multiplicateur se transporte, dans son premier mouvement, au delà de 40 à 50 degrés, indiquant la présence d'un courant qui va, dans le liquide conducteur, de l'alcali à l'acide. J'ai soin, avant et après l'expérience, de m'assurer de l'homogénéité de la lame de platine attachée à l'extrémité du galvanomètre, et, pour plus de certitude, j'ai coutume d'ajouter au circuit deux autres verres *A'* et *B'*, pour mettre dans ceux-ci les arcs de communication : les lames de platine, plongées dans les deux premiers verres *A* et *B*, sont ainsi entièrement garanties de toute altération provenant de l'alcali et de l'acide qui sont mis en action à une si grande distance : en tout cas, on a toujours, dans l'inversion du circuit, une preuve directe pour vérifier les résultats.

La potasse caustique m'a donné, comme je l'ai dit, des mouvemens de 80°. Le sous-carbonate de potasse produit un effet moindre, mais de 15 à 20° ; cependant le carbonate de soude produit des déviations semblables, ainsi que la chaux ordinaire.

Dans ces observations, les substances alcalines et terreuses étaient dans l'état solide : dissoutes, elles donnent lieu à un effet beaucoup plus faible, et, ce qui est assez singulier, un effet souvent l'inverse de celui qu'elles produisent dans l'état de solidité ; cette inversion m'a paru constante avec l'eau de chaux, résultat inattendu qui, étudié dans toutes ses parties, conduira peut-être à une conséquence peu favorable à l'esprit des doctrines électro-chimiques.

J'ai exposé avec quelque détail ces premiers résultats obtenus avec la dissolution de nitre, placée dans la tasse dans laquelle plongeaient les extrémités de platine du galvanomètre : c'est justement la question principale débattue entre MM. Becquerel et Davy. Ce dernier n'obtient dans cette disposition aucun signe de courant; M. Becquerel attribue cette nullité d'effet à ce que M. Davy avait employé une dissolution de nitre pour compléter le circuit. En plongeant les pointes de platine dans de l'acide nitrique ou sulfurique, le physicien français obtint des déviations qui allaient de 6 à 15°. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX, p. 123.) J'ai fait plusieurs fois cette substitution, mais sans gagner grand chose quant aux effets. L'expérience m'a appris à éviter l'emploi des acides forts autour des petites lames de platine, parce qu'il est beaucoup plus difficile de les y conserver homogènes que dans les solutions salines. D'après tout cela, il me sera, je crois, permis de penser que les signes du courant ont manqué à M. Davy, non pour avoir fait les expériences dans des circonstances peu favorables, mais à cause de son galvanomètre, qui n'était probablement pas assez sensible pour une expérience de cette délicatesse. J'en dirai tout autant de M. Becquerel; mais que penser des résultats positifs obtenus par ce physicien dans des circonstances à peu près semblables à celles des résultats négatifs? Je ne veux certainement contrôler aucun fait; mais si des doutes s'élèvent à ce sujet, M. Becquerel seul peut les résoudre en faisant connaître plus distinctement la force de son galvanomètre et les circonstances de sa der-

nière vérification (1). On obtient des effets plus grands avec l'acide sulfurique qu'avec l'acide nitrique. Ce dernier avec les carbonates alcalins et terreux a donné des déviations de 15 à 20°; au lieu de 20°, c'est 25° avec l'acide sulfurique.

L'hydro-chlorate de baryte et l'acide sulfurique ont présenté une déviation de 10 à 15°; l'ammoniaque avec les acides sulfurique et nitrique ont excité des mouvemens de 5 à 10°. L'acide sulfurique et le nitrate de potasse produisent un effet considérable. Dans ces cas, l'aiguille a été de 20 à 25°. Dans ces expériences, les lames du galvanomètre étaient plongées dans une solu-

---

(1) A l'occasion de cette vérification, M. Becquerel cite son expérience de l'eau oxigénée comme une des preuves les plus incontestables du développement des courans électro-chimiques. (*Annales*, t. xxxv, p. 123 et 124.) En pareil cas, une des extrémités du galvanomètre est terminée par une cuillère de platine, l'autre par une éponge du même métal. L'eau oxigénée, en se décomposant, développe, comme on sait, beaucoup de chaleur, qni naturellement réchauffe plus l'éponge subdivisée dans les parties, qu'elle ne réchauffe la cuillère. Cette différence de température ne suffit-elle pas pour déterminer le courant électrique indépendamment de toute autre raison? Je dirai presque que le doute se convertit en certitude quand on a observé qu'on excite un courant de la même nature, soit en réchauffant une des lames ordinaines de platine attachées aux extrémités du galvanomètre avant que de les plonger toutes deux dans le même liquide, soit en les plongeant d'abord dans leur état naturel, et en versant ensuite un peu de liquide chauffé d'un côté seulement.

tion de sel commun. L'acide tartarique et le carbonate de potasse m'ont donné une petite déviation de 5° environ.

A toute rigueur, ces résultats ne sont pas comparables entre eux, parce qu'ils n'ont pas été obtenus dans une parité complète de circonstances ; en tout cas, ils peuvent servir à donner une idée des combinaisons plus ou moins efficaces. Les substances les plus propres à produire le courant par leur action, ne sont pas, en général, celles sur lesquelles l'action chimique se manifeste de la manière la plus énergique; l'acide sulfurique agit, par exemple, tranquillement sur le nitrate de potasse, et, dans ce cas, il y a un courant plus fort que celui que produisent les carbonates avec lesquels l'effervescence est si vive.

Courans dans le cas de simples dissolutions. J'ai obtenu ces courans en divers cas. Voici les principaux : acide sulfurique avec trois sels, sulfate de cuivre, sulfate de potasse et sulfate de mercure ; acide nitrique et nitre : cette dernière combinaison produit un courant très-faible. En tous cas, les courans vont des sels aux acides et produisent en général des mouvemens de 10° ou environ. Les sels étaient cristallisés.

Courans dans le cas de double décomposition. J'ai eu des indices de ces courans tant dans la grenouille que dans le galvanomètre ; mais ils sont faibles et manquent souvent par des circonstances imprévues. Je ne saurais indiquer précisément la cause de ces anomalies ; mais je crois qu'elles proviennent la plupart au moins de la substance que nous sommes obligés d'introduire pour conserver l'homogénéité des extrémités du galvano-

mètre dans le circuit. Il résulte de là quelques incertitudes dans les résultats, et il conviendra de recourir à de nouvelles expériences avant d'ajouter entièrement foi aux signes que j'ai obtenus. Voici les combinaisons que j'ai essayées : acétate de plomb et sulfate de zinc ; hydrochlorate de baryte avec sulfate de potasse, de magnésie et de soude ; hydrochlorate de chaux et carbonate de potasse.

Les signes les moins équivoques ont été obtenus avec l'hydrochlorate de baryte et les sulfates ; les sulfates étaient dissous, et l'hydrochlorate à l'état solide quand le courant était le plus marqué ; sa direction était de l'hydrochlorate au sulfate, mais ici naît un autre doute. Quand un des sels n'est pas dissous, on peut toujours soupçonner que l'effet électro-dynamique s'associe plutôt à l'acte de la dissolution qu'à la circonstance du changement des bases.

Courans thermo-hydro-électriques. Après avoir vérifié l'existence du courant dans les cas déjà mentionnés, il ne reste, ce me semble, qu'à obtenir quelqu'indice des courans thermo-hydro-électriques, en appliquant ce nom aux courans excités dans les conducteurs de seconde classe par le moyen de la simple chaleur, comme cela se pratique dans les circuits entièrement métalliques du docteur Seebek. J'ai fait diverses tentatives pour obtenir cette dernière espèce de courant; mais jusqu'à présent je n'ai eu que des résultats équivoques. Je m'occuperai de nouveau de cette recherche, que je considère comme étant de la plus haute importance, parce qu'il me paraît que d'elle dépend la solution d'un des plus grands problèmes de la physique terrestre ; je veux

dire le magnétisme terrestre pour lequel un seul fait est nécessaire à établir, savoir; l'existence de courans électriques dirigés de l'orient à l'occident, suivant le mouvement apparent du soleil. En effet, si l'action de la seule chaleur, appliquée inégalement aux parties d'un circuit composé tout entier de conducteurs de seconde classe, suffisait pour exciter un courant dirigé des parties chaudes aux froides, le physicien serait autorisé à se servir de ce fait pour résoudre ce grand problême, que la terre n'est autre chose qu'un immense circuit thermo-hydro-électrique; maintenu en action continuelle par le soleil, lequel, réchauffant les régions orientales avant les occidentales, fait que les premières sont toujours relativement plus chaudes que les autres. L'application est, comme on voit, trop intéressante pour qu'on ne s'efforce pas de la faire reposer sur une base aussi solide que possible.

Reggio, le 3 novembre 1827.

Nota. J'ai obtenu ce matin sur des petis bâtons d'argile des signes distincts de courans thermo-hydro-électriques. Ils vont, comme je le présumais, du chaud au froid. Je donnerai les détails de cette expérience aussitôt que je l'aurai répétée et variée. Si elle réussit, comme je l'espère, à fixer solidement ce résultat, on ne tardera peut-être pas beaucoup à démontrer que les diverses espèces de courans sont tous de la même nature, c'est-à-dire thermo-électriques.

Sur *quelques Sels doubles et sur quelques autres Composés obtenus par voie sèche.*

Par Mr P. Berthier.

Le nombre des sels doubles que l'on peut obtenir par la voie humide s'accroît tous les jours, et est déjà très-considérable; mais jusqu'ici on a fait peu d'attention aux composés de sels que l'on peut former par la voie sèche, si ce n'est aux silicates et aux borates. Il est probable cependant que ces composés sont en plus grand nombre et de genres plus variés que les premiers. J'en ai observé quelques-uns que je vais faire connaître.

A la chaleur rouge vif, les carbonates alcalins forment des combinaisons très-fusibles avec les carbonates terreux qui peuvent supporter cette température sans se décomposer, tels que les carbonates de baryte, de strontiane et de chaux, et même les carbonates doubles de chaux et de magnésie; mais si l'on chauffe à une température suffisante pour décomposer le carbonate terreux, l'acide carbonique de ce carbonate se dégage; la matière, d'abord très-fluide, bouillonne et s'épaissit de plus en plus, et elle finit par se transformer en une masse infusible, qui n'est plus qu'un mélange de carbonate alcalin et de la terre amenée à l'état caustique.

Ces composés ont, en général, une texture très-cristalline, lors même qu'on les fait refroidir rapidement : il serait certainement facile de les obtenir cristallisés sous des formes régulières, en les soumettant à un refroidissement gradué, et en faisant écouler une partie de la matière avant que la solidification soit complète;

mais je n'ai pas pu me livrer à ces recherches qui demandent du temps. Il serait à désirer que les cristallographes s'occupassent d'un pareil travail, et examinassent géométriquement tous les sels doubles aisément fusibles que l'on pourra découvrir; car l'étude des formes de ces divers sels devra étendre beaucoup et éclaircir nos vues relativement à la théorie de l'isomorphisme.

1 at. de carbonate de baryte natif.....	24^{g},64,
1 at. de carbonate de soude anhydre...	13 ,32,
	37 ,96,

donnent, au rouge vif, une combinaison transparente aussi liquide que de l'eau, et qui, après le refroidissement, est compacte, et pénétrée d'une multitude de petites lamelles cristallines. Comme le carbonate de baryte est indécomposable par la chaleur, cette combinaison peut être chauffée très-fortement sans perdre sa fluidité.

Les carbonates de strontiane et de soude, mêlés ensemble dans le rapport de

1 at. de carbonate de strontiane artificiel...	18^{g},45,
1 at. de carbonate de soude anhydre......	13 ,32,
	31 ,77,

se fondent également bien, et produisent un composé pierreux, à cassure inégale, et qui ne présente que de très-faibles indices de cristallisation. Ce composé peut être chauffé à la chaleur blanche sans éprouver d'altération, et sans que sa fusibilité diminue.

J'ai essayé de combiner le carbonate de chaux et le

carbonate de soude en trois portions différentes, comme il suit :

	1.	2.	3.
Carbonate de chaux.	12g,63, 1at.	25g,26, 2at.	37g,89, 3at.
Carbonate de soude.	13 ,32, 1at.	13 ,32, 1at.	13 ,32, 1at.
	25 ,95	38 ,58	51 ,21.

Les deux premiers mélanges se sont fondus avec la plus grande facilité, et sont devenus liquides comme de l'eau. Les composés, refroidis brusquement, étaient compactes, à cassure très-cristalline, d'un blanc d'émail et translucides. On peut sans difficulté les faire fondre de nouveau, mais, pour peu qu'on élève la température au dessus du rouge vif, ils commencent à abandonner de l'acide carbonique, ils bouillonnent, s'épaississent, et à la chaleur blanche ils se solidifient complètement. Cette propriété des carbonates doubles de chaux et de soude explique le phénomène que M. Boussingault a observé en soumettant à l'épreuve du chalumeau la Gay-Lussite, qui, comme on sait, est composée de 1 at. de carbonate de chaux, 1 at. de carbonate de soude et 11 at. d'eau : il dit (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. XXXI, pag. 270), que ce minéral se fond rapidement en un globule opaque, qui, une fois formé, est infusible. On doit effectivement obtenir ce résultat quand on chauffe brusquement la matière d'essai, parce que le carbonate de chaux qu'elle contient se décompose presqu'aussitôt ; mais si l'on soufflait avec ménagement, on pourrait fondre et refondre ce composé autant de fois qu'on le voudrait.

Le troisième mélange s'est ramolli, mais aussitôt

après il a bouillonné, et le carbonate de chaux a commencé à se décomposer.

Le carbonate de magnésie se décomposant très-facilement par la chaleur, j'ai jugé superflu d'essayer de le combiner avec les carbonates alcalins ; mais j'ai pensé que son union avec le carbonate de chaux pourrait lui donner de la stabilité, et qu'ainsi il était possible que les dolomies fussent susceptibles de former des composés fusibles avec le carbonate de soude ou le carbonate de potasse. J'ai donc fait l'expérience, et elle a effectivement bien réussi.

1 at. dolomie, 23g,30	1 at. carbonate de chaux,	12,63
	1 at. carbon. de magnésie,	10,67
4 at. carbonate de soude anhydre	....	53,24
		76,54

sont devenus bien liquides au rouge vif; le composé était homogène, un peu translucide, à cassure cristalline très-lamelleuse.

Mais quand on emploie moins de 4 atomes de carbonate alcalin par 1 at. de dolomie, à peine le mélange commence-t-il à se ramollir qu'il laisse dégager du gaz acide carbonique.

Le carbonate triple de chaux, de magnésie et de fer, auquel on a donné le nom d'*ankerite*, et qui est composé de

Carbonate de chaux......	0,511	1 at.
Carbonate de magnésie....	0,257	1 at.
Carbonate de fer.........	0,200	
Carbonate de manganèse...	0,030	
	0,998	

se fond bien avec deux fois son poids de carbonate de soude, et donne une masse d'un gris foncé, opaque, à cassure cristalline, qui est un carbonate triple de soude, de chaux et de magnésie, dans lequel le fer et le manganèse se trouvent disséminés à l'état d'oxides.

Les sulfates alcalins forment aussi des composés très-fusibles avec les carbonates terreux non décomposables à la chaleur rouge, et l'on obtient des composés tout-à-fait semblables lorsqu'on chauffe un carbonate alcalin avec un sulfate à base de baryte, de strontiane ou de chaux.

Avec 1 at. sulfate de soude.......	17,84
1 at. carbonate de baryte.....	24,64
	42,48
Ou 1 at. sulfate de baryte.......	29,16
1 at. carbonate de soude.....	13,32
	42,48
Et avec 1 at. sulfate de soude.......	17,84
1 at. carbonate de strontiane.	18,45
	36,29
Ou 1 at. sulfate de strontiane...	22,97
1 at. carbonate de soude....	13,32
	36,29

on obtient des composés très-fusibles et qui conservent toute leur liquidité à la chaleur blanche, et qui sont compactes, pierreux, à cassure inégale, très-peu cristallins, d'un blanc nacré et opaques.

Avec 1 at. sulfate de soude.......	17g,84
1 at. carbonate de chaux....	12 ,62
	30 ,46
Ou 1 at. sulfate de chaux........	17 ,14
1 at. carbonate de soude.....	13 ,32
	30 ,46

on a des composés qui se fondent tranquillement et sans aucun dégagement de gaz à la chaleur rouge, et qui sont compactes, à cassure grenue, un peu cristallins, blancs et légèrement translucides. Mais lorsqu'on soumet ces composés à la chaleur blanche, ils perdent leur acide carbonique, deviennent infusibles et se changent en simples mélanges de sulfate de soude et de chaux caustique.

Le sulfate de magnésie et le carbonate de soude, non plus que le sulfate de soude et le carbonate de magnésie, ne peuvent pas former de combinaisons fusibles, parce que le carbonate de magnésie se décompose au moment où le mélange commence à se ramollir.

Les os calcinés ($\ddot{C}a^4 \dddot{P}^3$) ne se fondent pas avec 4 at. de carbonate de soude, qui sont nécessaires pour en opérer la décomposition. Avec 8 at. de sel alcalin, c'est-à-dire 13g,32 pour 6g,90 de phosphate, il se forme une combinaison qui prend la consistance d'une pâte molle. Mais quand on emploie 12 à 16 atomes de carbonate de soude, ce qui revient à trois ou quatre fois le poids du phosphate, la combinaison devient très-fluide, et, à l'état solide, elle ressemble à un beau marbre

blanc statuaire. Si l'on tient cette combinaison pendant quelque temps à la chaleur blanche, il s'en dégage de l'acide carbonique et elle perd sa liquidité.

Il est indubitable, d'après cette expérience, que le phosphate de soude pourrait servir de fondant pour les carbonates terreux.

Les sels alcalins ne sont pas les seules substances qui soient susceptibles de se combiner par la voie sèche avec les carbonates indécomposables à la chaleur rouge, les chlorures, les fluorures et même les sulfures aisément fusibles jouissent aussi de cette propriété.

1 at. de chlorure de sodium.....	14g,67
1 at. de carbonate de baryte.....	24 ,65
	39 ,32
Ou 1 at. de chlorure de baryte......	29 ,99
1 at. de carbonate de soude.....	13 ,32
	39 ,31

se fondent promptement en un liquide transparent qui exhale des vapeurs de chlorure de sodium, et donnent des composés compactes, d'un très-beau blanc, translucides, à cassure écailleuse et inégale comme celle du quartz.

1 at. de chlorure de sodium.....	14g,65
1 at. de carbonate de chaux.....	12 ,62
	27 ,27
Ou 1 at. de chlorure de calcium.....	13 ,95
1 at. de carbonate de soude.....	13 ,32
	27 ,27

se comportent comme les mélanges précédens, avec cette différence que lorsqu'on les chauffe à la chaleur blanche, ils se solidifient et deviennent infusibles.

1 at. de chlorure de barium......	22^g,99
1 at. de carbonate de baryte......	24 ,65
	47 ,64.

se liquéfient avec la plus grande facilité. La matière à l'état solide est compacte, d'un beau blanc, translucide, à cassure écailleuse, et présente à la surface, surtout vers les bords, beaucoup d'indices de cristallisation.

1 at. de chlorure de calcium.....	13^g,98
1 at. de carbonate de chaux.....	12 ,62
	26 ,60

se fondent aussi très-facilement et acquièrent une grande liquidité à la chaleur rouge; mais à la chaleur blanche il y a solidification.

Le fluorure de calcium (spath fluor) forme des composés extrêmement fusibles avec les carbonates de potasse ou de soude, même employés en quantité insuffisante pour le transformer en fluorure alcalin. J'ai essayé les deux mélanges suivans :

Spath-fluor natif..........	9^g,80, 1 at.	9^g,80, 2 at.
Carbonate de potasse anhydre.	17 ,30, 1 at.	8 ,65, 1 at.
	27 ,10	18 ,45.

Ils se sont fondus aussi facilement l'un que l'autre; les composés solides étaient compactes, pierreux, faiblement translucides, et présentaient çà et là, surtout

le premier, des petites lamelles cristallines très-brillantes. En soumettant ces combinaisons à l'action de la chaleur blanche, elles se sont comportées comme toutes celles qui contiennent du carbonate de chaux, c'est-à-dire qu'elles sont entrées en ébullition et qu'elles se sont solidifiées peu à peu sans pouvoir être ramenées ensuite à l'état liquide.

Quand on laisse ces combinaisons exposées à l'air, elles tombent promptement en déliquescence, et, quand on les traite par l'eau, ce liquide dissout à la fois du fluorure de potassium et du carbonate de potasse : la seconde combinaison donne cependant beaucoup plus de fluorure alcalin que la première. Lorsqu'on les fait digérer dans l'eau après les avoir calcinées à la plus forte chaleur blanche, on trouve que les liqueurs renferment encore du carbonate de potasse : les résidus contiennent donc, dans tous les cas, du fluorure de calcium qui résiste à l'action décomposante des carbonates alcalins, peut-être parce qu'il forme un oxi-fluorure avec la chaux.

Lorsqu'on chauffe les sulfures de barium, de strontium ou de calcium avec un carbonate alcalin, il se forme des combinaisons très-fusibles qui se comportent avec l'eau comme si elles étaient composées de sulfure alcalin et de carbonates alcalino-tortueux.

1 at. de sulfure de barium.....	21g,16
1 at. de carbonate de soude....	13 ,32
	34 ,48

sont devenus bien liquides à la chaleur rouge, et ont donné une masse homogène, brillante, à cassure gre-

nue, presqu'unie, mate, opaque et d'un blond clair. Cette matière ayant été traitée par l'eau, il en est résulté une liqueur légèrement verdâtre, donnant un dégagement abondant d'hydrogène sulfuré par les acides, et devenant un peu louche par l'effet d'un faible dépôt de soufre, et un résidu insoluble, grisâtre, entièrement composé de carbonate de baryte. La matière fondue peut donc être considérée comme formée de

1 at. carbonate de baryte.....	24g,64
1 at. sulfure de sodium......	9 ,84
	34 ,48.

Les sulfates alcalins produisent avec les sulfates des terres alcalines des sels doubles, très-fusibles et analogues à ceux qui résultent de l'union des carbonates des mêmes bases.

On sait depuis long-temps que le sulfate de soude fait fondre le sulfate de chaux avec la plus grande facilité. Ces deux sulfates, unis dans le rapport de

1 at. sulfate de soude.....	17g,84
1 at. sulfate de chaux.....	17 ,14
	34 ,98

se trouvent dans la nature et constituent le minéral, auquel on a donné le nom de *glauberite*.

1 at. de sulfate de soude.....	17g,84
1 at. de sulfate de magnésie...	15 ,19
	33 ,03

deviennent fluides à la chaleur rouge, et donnent un

sel double, compacte, demi-transparent, à cassure grenue et cireuse comme la calcédoine, et ne présentant aucun indice de cristallisation.

1 at. de sulfate de soude.....	17^{s},84
1 at. de sulfate de baryte....	29 ,16
	47 ,00

se fondent complètement lorsqu'on porte la chaleur jusqu'au blanc, et produisent un composé compacte, blanc, opaque, à cassure grenue, cristalline, et qui dans quelques parties paraît être un assemblage de petits prismes entre-croisés.

Le sulfate de plomb, et probablement tous les sulfates qui ne se décomposent pas à la chaleur rouge, forment aussi avec les sulfates alcalins des composés très-fusibles.

1 at. de sulfate de soude.....	17^{s},84
1 at. de sulfate de plomb....	37 ,91
	55 ,75

prennent la liquidité de l'eau à la chaleur rouge. La matière à l'état solide est compacte, opaque, à cassure inégale et mate, et n'offre aucun indice de cristallisation.

Les carbonates de baryte, de strontiane, de chaux et de magnésie ne se combinent pas entre eux par la voie sèche. Il en est de même des sulfates de ces quatre bases.

Les combinaisons que je viens de décrire sont toutes

très-faibles ; l'action de l'eau suffit seule pour les détruire. Néanmoins je ne crois pas qu'il soit possible de supposer que ce soient de simples mélanges. Il est vrai qu'une substance très-fusible peut tenir en suspension, lorsqu'elle est fondue, une certaine quantité de substances infusibles sans cesser d'être liquide, tout comme l'eau qui est troublée par des poussières très-fines ; mais d'abord la liquidité du mélange est toujours beaucoup moindre que celle de la substance fusible pure et d'autant moindre que la substance infusible s'y trouve en plus grande proportion, et cependant on a vu quelques-uns des sels composés dont il vient d'être question prendre, à une température peu élevée, une liquidité parfaite, quoique le sel élémentaire, infusible par lui-même, y soit en quantité deux fois aussi grande que le sel fusible ; tels sont les carbonates de baryte et de soude, les sulfates de plomb et de soude, etc. D'un autre côté, l'hétérogénéité des mélanges se décèle presque toujours par une inégale distribution de la matière solide dans les diverses parties de la masse fondue ; tandis que les composés qui nous occupent se montrent parfaitement homogènes.

Enfin, si l'on admettait que ces associations de sels ne sont que des mélanges, on ne concevrait pas pourquoi ceux dont le carbonate de chaux est un des élémens, et qui sont très-fluides à la chaleur rouge, se solidifient et deviennent infusibles à une température plus élevée, et lorsque le carbonate calcaire se réduit à la moitié de son poids en perdant son acide carbonique ; car si le mélange d'une partie de carbonate de chaux laisse sa liquidité à un sel fusible, on ne peut pas

croire qu'une demi-partie de chaux caustique puisse suffire pour la faire perdre complètement à ce même sel.

J'ai observé encore quelques autres combinaisons très-fusibles que l'on peut obtenir par la voie sèche avec les sulfates torseux, les chlorures et les fluorures. J'aurai incessamment occasion de les décrire, en faisant connaître les opérations métallurgiques dans lesquelles quelques-unes de ces combinaisons jouent un rôle important.

SUR *les Hypo-Phosphites*.

PAR Mr H. ROSE.

On peut préparer les hypo-phosphites de plusieurs manières ; 1° en faisant bouillir une base avec de l'eau et du phosphore ; 2° en mêlant un hypo-phosphite terreux avec des dissolutions de carbonates ou de sulfates alcalins ; 3° en faisant bouillir une dissolution d'hypo-phosphite de chaux avec un excès d'un oxalate insoluble ; mais, par ce procédé, on ne peut obtenir purs que les hypo-phosphites de magnésie et d'oxidule de manganèse. On peut, à la vérité, décomposer plusieurs autres oxalates insolubles, au moyen de l'ébullition avec une dissolution d'hypo-phosphite de chaux ; mais la dissolution contient toujours plus ou moins d'hypo-phosphite de chaux, lors même qu'on a employé un très-grand excès d'oxalate. D'autres sels insolubles dans l'eau, dont l'acide forme un sel insoluble avec la chaux, comme, par exemple, plusieurs carbonates et phosphates ne décomposent point l'hypo-phosphite de chaux.

J'ai obtenu la plupart des hypo-phosphites en combinant immédiatement les bases avec l'acide hypo-phosphorique pur. En préparant cet acide, d'après Dulong, par la décomposition de l'hypo-phosphite de baryte, au moyen de l'acide sulfurique, il est difficile de l'obtenir exempt de cet acide. Je l'ai préparé en très-grande quantité, en faisant bouillir du phosphore avec une dissolution de baryte. Il est ici indifférent que cette dissolution contienne de l'oxide de cuivre, comme c'est le cas lorsqu'on l'obtient en décomposant une dissolution de sulfure de barium, au moyen d'un excès d'oxide de cuivre. Pendant l'ébullition avec l'eau et le phosphore, l'oxide se réduit, et le métal se mêle avec le phosphate de baryte qui est insoluble. On fait bouillir jusqu'à ce que tout le phosphore soit détruit, et que les vapeurs n'aient plus l'odeur d'ail. Le liquide, séparé, par le filtre, du phosphate de baryte, est décomposé par un excès d'acide sulfurique, qui précipite la baryte. Après avoir filtré la liqueur qui contient l'acide hypo-phosphoreux et de l'acide sulfurique, on la fait digérer à froid et peu de temps, avec un excès d'oxide de plomb; il se forme de l'hypo-phosphite basique de plomb, que l'on décompose par un courant d'hydrogène sulfuré. On doit employer, pour séparer l'acide sulfurique, un excès d'oxide de plomb, parce qu'il se réduit facilement surtout au moyen de la chaleur; on doit aussi prolonger la digestion le moins possible, parce qu'il se formerait un hypo-phosphite insoluble.

Les hypo-phosphites sont tous solubles dans l'eau. La plupart sont aussi cristallisables; la chaleur les décompose tous, et les change en phosphates pendant qu'il se

dégage du gaz hydrogène phosphoré. Le plus grand nombre donne un gaz spontanément inflammable, et alors le résidu est un phosphate neutre. Quelques hypo-phosphites donnent, par la chaleur, un gaz qui n'est point inflammable de lui-même, et qui contient moins de phosphore que l'autre, mais, dans ce cas, le résidu renferme un excès d'acide phosphorique.

Hypo-phosphite de chaux. J'ai préparé ce sel en faisant bouillir, dans une grande marmite sous une cheminée tirant bien, du lait de chaux, dans lequel l'on projetait peu à peu des bâtons de phosphore : on n'a rien à craindre, même en travaillant très en grand, en ayant soin de ne mettre de phosphore dans la marmite que lorsque l'eau est en pleine ébullition, et de remplacer toujours l'eau qui s'évapore par de l'eau bouillante. Le gaz hydrogène phosphoré qui se dégage ne s'enflamme point à l'air, parce qu'il est mêlé avec une trop grande quantité de vapeurs ; il luit seulement d'une couleur verte, et s'oxide peu à peu en répandant au-dessus de la cheminée une odeur d'ail si désagréable, que si l'on devait employer environ une livre de phosphore, il serait nécessaire de choisir un endroit éloigné de toute habitation. Lorsqu'il ne se dégage plus aucune odeur, on laisse refroidir, on filtre et on lave le résidu avec de l'eau ; on fait ensuite passer un courant d'acide carbonique dans le liquide pour en précipiter la chaux libre, et on le fait chauffer pour en précipiter le bicarbonate de chaux resté en dissolution. Si l'on veut obtenir l'hypo-phosphite de chaux entièrement pur, on doit évaporer à siccité sa dissolution dans le vide sur l'acide sulfurique ; si l'on veut obtenir des cristaux, on

évapore la dissolution assez fortement, et bientôt elle cristallise, parce que le sel n'est pas de beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid. Ces cristaux forment de larges prismes rectangulaires à quatre pans, ayant beaucoup de ressemblance avec le gypse, qu'ils surpassent de beaucoup en flexibilité. Les larges surfaces sont très-éclatantes et nacrées; la cassure, parallèlement à ces faces, est entièrement feuilletée : les autres faces ont l'éclat du verre, mais ne sont point parfaitement polies. L'alcool, même aqueux, ne les dissout point. J'ai déjà fait connaître la quantité d'eau suffisante à leur existence. En les chauffant doucement, ils décrépitent aussi fortement qu'aucun sel privé d'eau de cristallisation. Le sel, évaporé à sec dans le vide, ne décrépite point et contient plus d'eau que celui obtenu par l'évaporation au moyen de la chaleur. J'ai trouvé dans le premier 22,18 pour 100 d'eau, tandis que le second ne m'en a donné qu'un peu plus de 19 en y comprenant $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'eau de décrépitation.

J'ai aussi employé pour la préparation de l'hypo-phosphite de chaux le résidu de la préparation de l'hydrogène phosphoré spontanément inflammable et de l'hydrate de chaux sec. Je l'ai fait bouillir, et j'ai traité la dissolution comme je l'ai dit plus haut. Mais comme on avait employé, pour la préparation du gaz hydrogène phosphoré, une chaleur plus forte, le résidu ne contenait presque que de l'acide phosphorique et des traces d'hypo-phosphite. Par une chaleur très-forte, ce dernier sel disparaît entièrement, et alors le résidu a une couleur blanche, et ne contient point de traces de substance phosphorique libre, comme celle qui se produit

dans la calcination des hypo-phosphites neutres, pendant laquelle une partie du gaz hydrogène phosphoré qui se dégage, se change, par la chaleur, en gaz hydrogène et en phosphore dont une partie se sublime, tandis que l'autre reste dans le résidu. Dans le premier cas, le phosphore dû à la décomposition de l'hydrogène phosphoré disparaît au moyen de l'hydrate de chaux libre. Jusqu'à présent, je n'ai point fait assez d'expériences pour avoir une opinion sur le nature de la substance phosphorique que laissent les hypo-phosphites chauffés au rouge. Elle n'est point due à ce qu'il restait un peu de phosphore qui ne se volatiliserait que difficilement dans une atmosphère de ce corps; car si l'on chauffe du phosphore dans une retorte avec du phosphate de chaux, on peut le séparer complètement par une chaleur peu intense, de manière que le phosphate de chaux reste blanc : on pourrait penser que la couleur rougeâtre de l'hypo-phosphite de chaux, chauffé au rouge, provient d'un peu de phosphure de calcium qui se serait formé. Mais si l'on voulait admettre que le phosphure contient un excès de phosphore, et qu'il en resterait après l'action des acides, alors une plus forte chaleur en sublimerait du phosphore, et l'on devrait obtenir du gaz hydrogène phosphoré par l'ébullition avec l'eau ou par la dissolution dans les acides; ce qui n'arrive point. J'ai chauffé très-fortement, dans une atmosphère d'hydrogène, de l'hypo-phosphite de chaux qui avait été rougi; j'ai obtenu par là du phosphore, mais le résidu est toujours resté un peu rougeâtre. Tous les hypo-phosphites incolores, chauffés au rouge, laissent un résidu rougeâtre, qui, traité par l'acide hydrochlorique, donne

une substance phosphorique rouge. Les hypo-phosphites colorés donnent, dans les mêmes circonstances, un résidu ordinairement noir ou brun. Le résidu rougeâtre des hypo-phosphites incolores présente cette particularité; il n'est rouge que par un refroidissement complet; le chauffe-t-on? sa couleur décroît en intensité, et à une chaleur élevée, il est entièrement blanc; en se refroidissant, il reprend sa couleur rouge. On peut répéter cette expérience aussi souvent que l'on veut sur le même résidu. Dulong a déjà remarqué ce phénomène dans le résidu que laissent les phosphites.

Hypo-phosphite de baryte. On le prépare comme l'hypo-phosphite de chaux. Pour l'avoir pur, il faut évaporer sa dissolution dans le vide. On obtient une masse non cristalline; et si l'on veut obtenir des cristaux, il faut concentrer la dissolution par la chaleur et la laisser refroidir. Ils ressemblent à ceux de l'hypo-phosphite de chaux, sont flexibles, ont un éclat noir et décrépitent par une douce chaleur; ils sont insolubles dans l'alcool. La masse obtenue par l'évaporation dans le vide, contient un peu plus de deux fois la quantité d'eau contenue dans les cristaux et ne décrépite pas. Cette quantité, pour des échantillons préparés à diverses époques, s'est élevée à 21,01, 21,32, 22,99, et 24,25 pour 100; 10,42 d'eau sont seulement nécessaires pour l'existence du sel. Lorsqu'il est soumis à l'action de la chaleur, il abandonne l'eau surabondante avant qu'il s'en dégage du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Ayant une fois concentré une dissolution du sel dans le vide, mais ne l'ayant pas évaporée jusqu'à siccité, parce que l'acide sulfurique

était devenu trop aqueux, j'obtins des cristaux dans lesquels je trouvai 14,43 pour 100 d'eau. On peut bien admettre, d'après cela, que le sel en tant qu'il cristallise, ne contient que l'eau nécessaire à son existence. Je n'ai fait aucune recherche pour découvrir la cause de ce singulier phénomène. La quantité d'eau a été obtenue en déterminant seulement la baryte; celle de l'acide phosphoreux a été calculée, et la perte a donné la quantité d'eau.

Hypo-phosphite de strontiane. Il a été obtenu par l'ébullition de la strontiane avec le phosphore et l'eau, comme l'hypo-phosphite de baryte auquel il ressemble beaucoup. Excepté les trois sels précédens, on n'en peut obtenir aucun autre par l'ébullition d'une autre terre avec le phosphore et l'eau.

Hypo-phosphite de potasse. On l'a préparé en décomposant une dissolution d'hypo-phosphite de chaux par le carbonate de potasse. La dissolution alcoolique du sel a été évaporée dans le vide sur l'acide sulfurique. Ce sel est le plus déliquescent que je connaisse. Dulong a déjà remarqué qu'il l'est plus que le chlorure de calcium. Néanmoins on peut évaporer jusqu'à siccité une dissolution aqueuse de ce sel dans un espace vide sur l'acide sulfurique. Preuve que l'acide sulfurique a une plus grande affinité pour l'eau que les sels les plus déliquescens. On peut aussi obtenir l'hypo-phosphite de potasse en faisant bouillir l'alcali avec l'eau et le phosphore, et en évaporant lentement la dissolution jusqu'à siccité pour carbonater la potasse. On traite ensuite la masse desséchée par l'alcool, qui dissout l'hypo-phosphite et laisse le carbonate. Ce sel,

chauffé dans une retorte, donne du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable, comme les hypo-phosphites déjà décrits.

Hypo-phosphite de soude. Ce sel a été préparé comme celui de potasse. La dissolution alcoolique, évaporée dans le vide, a donné une masse cristalline nacrée; ces cristaux paraissent être des tables à quatre côtés rectangulaires. Cependant il est difficile de déterminer exactement leur forme, parce que le sel coule très-vite à l'air, quoique moins que l'hypo-phosphite de potasse. Chauffé dans une cornue, il a donné de l'hydrogène phosphoré, spontanément inflammable.

Hypo-phosphite d'ammoniaque. On l'a obtenu avec le sulfate d'ammoniaque et l'hypo-phosphite de chaux. Il ressemble beaucoup à l'hypo-phosphite de potasse, et comme lui est aussi très-déliquescent. Chauffé dans une retorte, il se comporte tout autrement que les autres hypo-phosphites; l'ammoniaque se dégage d'abord, et il reste de l'acide hypo-phosphoreux aqueux, qui se décompose par une chaleur plus élevée, comme on l'a déjà fait connaître. Il se comporte aussi tout-à-fait comme le phosphite d'ammoniaque.

Hypo-phosphite de magnésie. La magnésie caustique, chauffée avec du phosphore et de l'eau, ne donne ni hydrogène phosphoré ni acide hypo-phosphoreux. On a obtenu le sel dont il s'agit en faisant bouillir longtemps de l'oxalate de magnésie en excès avec une dissolution d'hypo-phosphite de chaux. Le liquide, filtré et évaporé, a donné de beaux et grands octaèdres réguliers. Ils sont passablement durs, sans flexibilité, sans éclat nacré et s'effleurissent dans un air sec. Chauffés dans une cor-

nue, ils ont donné beaucoup d'eau et d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable, et comme le sel de chaux, ont laissé un résidu rougeâtre. La quantité d'eau que contient le sel a été déterminée en le traitant par l'acide nitrique. 1,311 gram., oxidés de cette manière, ont donné 0,906 gr. de bi-phosphate de magnésie rougi. D'après cela, l'hypo-phosphite de magnésie contient 54,92 pour cent d'eau, dont l'oxigène est égal à 48,84. Celui de 15,48 pour cent de magnésie étant de 5,99, on peut admettre que le sel contient 8 atomes d'eau, dont seulement $1\frac{1}{2}$ sont nécessaires à son existence. Ce sel, essayé aux réactifs, n'a jamais donné aucune trace de chaux.

Hypo-phosphite d'alumine. On a préparé ce sel en dissolvant de l'alumine récemment précipitée dans de l'acide hypo-phosphoreux étendu. La dissolution, évaporée dans le vide et entièrement desséchée, a donné une masse ressemblant beaucoup à de la gomme arabique blanche. Soumise à l'action du feu, elle a d'abord donné du gaz hydrogène phosphoré, spontanément inflammable, et à la fin un gaz qui ne l'était plus. Le résidu était rougeâtre.

Hypo-phosphite de glucine. Ce sel a été obtenu comme le précédent, avec lequel il a la plus grande ressemblance.

Hypo-phosphite d'oxidule de manganèse. On l'a préparé comme celui de magnésie, en faisant bouillir une dissolution d'hypo-phosphite de chaux avec de l'oxalate de manganèse en excès. La dissolution, qui ne contenait plus de chaux, a été concentrée sans pouvoir être jamais amenée à cristallisation ; elle s'est prise en une

masse non cristalline qui a donné, par la chaleur, du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable.

Hypo-phosphite de cobalt. On l'a obtenu en faisant digérer de l'oxide de cobalt humide dans de l'acide hypo-phosphorique. Ce sel est de tous les hypo-phosphites celui qui cristallise le mieux et le plus facilement. J'ai obtenu d'une dissolution qui ne contenait que 20 à 30 gr. de sel, des cristaux dont l'axe avait plus d'un demi-pouce de long. Ils sont rouges, et présentent des octaèdres réguliers dont les angles sont souvent tronqués. Exposés à l'air, ils s'effleurissent et se couvrent d'une farine rougeâtre. Ce changement s'opère très-vite dans le vide.

Pour déterminer la quantité d'eau de cristallisation de ce sel, on en a traité 1,072 gr. par l'acide nitrique, et on a obtenu 0,769 de bi-phosphate de cobalt rougi. Il résulte de là que le sel contient 49,35 pour cent d'eau, dont l'oxigène est à celui de l'oxide comme 43,89 est à 5,27. L'hypo-phosphite de cobalt contient par conséquent 8 atomes d'eau, comme l'hypo-phosphite de magnésie, avec lequel il est isomorphe. Chauffé dans une retorte, il donne beaucoup d'eau et un gaz dont aucune bulle ne s'enflamme à l'air, mais qui, enflammé, brûle avec une flamme phosphorique très-vive. Il ne s'est point sublimé de phosphore. Le résidu dans la cornue était noir, et se distinguait des résidus de la plupart des autres hypo-phosphites par son insolubilité dans l'acide hydrochlorique concentré, dans l'acide nitrique et même dans l'eau régale. Il n'a pu être attaqué que par l'acide sulfurique concentré, après une très-longue ébullition. En étendant alors d'eau, le résidu se dissout entièrement.

J'ai vu par là que le résidu devait être un phosphate acide de cobalt ; car j'avais déjà trouvé que beaucoup de phosphates acides sont insolubles dans l'acide hydrochlorique.

L'analyse du résidu a présenté des difficultés inattendues. Après l'avoir fait bouillir avec l'acide sulfurique, et le tout ayant été dissous dans l'eau, on a saturé la dissolution avec de l'ammoniaque et précipité l'oxide de cobalt à l'état de sulfure au moyen de l'hydro-sulfate. Ce sulfure a été ensuite décomposé par l'eau régale, et l'oxide précipité par la potasse caustique. La précipitation a été complète, car on ne pouvait distinguer la plus légère trace d'oxide dans le liquide filtré. Cependant l'oxide obtenu, après avoir été rougi, n'a pu être apprécié d'une manière exacte ; car, après chaque pesée, son poids changeait d'une manière très-remarquable. Il augmentait même ordinairement, quoiqu'il eût été rougi dans un creuset de platine bien couvert, et qu'ensuite on laissât refroidir le creuset aussi vite que possible. Ce poids, après avoir augmenté pendant quatre à cinq calcinations, diminuait bien un peu après, mais d'une manière très-peu sensible, de quelques milligrammes seulement. Cette augmentation de poids provient du peroxide de cobalt qui se forme ; et qui, par une chaleur rouge ou celle que l'on peut obtenir avec la lampe à alcool, avec double courant d'air, n'est point changé de nouveau en oxide. Cette circonstance rend impossible la détermination immédiate de l'oxide de cobalt, après sa précipitation, dans des analyses quantitatives. On ne peut y parvenir qu'en pesant l'oxide après l'avoir fait rougir, et le réduisant alors par le gaz

hydrogène. On doit, après la réduction du métal par l'hydrogène, le rougir très-fortement; car, ainsi que Magnus l'a montré, il brûle à l'air comme un phosphore s'il a été faiblement chauffé. Cette méthode de déterminer l'oxide de cobalt donne un résultat très-exact, ainsi que je m'en suis convaincu par des essais particuliers. L'oxide de nickel, précipité par la potasse caustique, n'augmente pas de poids lorsqu'on le fait rougir.

0,798 gr. d'hypo-phosphite de cobalt rougi ont donné 0,354 gr. d'oxide de cobalt et 0,444 gr. d'acide phosphorique, dont les quantités d'oxigène 0,076 gr. et 0,249 gr. sont entre elles comme 1 est à $3\frac{3}{4}$. Pendant la calcination du sel il se brûle un peu de gaz dans la retorte, ce qui augmente la quantité d'acide phosphorique; de plus, le résidu contient, comme tous les hypo-phosphites rougis, un peu de phosphore libre qui, dans ce cas, avait une couleur noire, mais dont la quantité n'a pu être déterminée, comme dans l'analyse des autres résidus, parce que par l'ébullition il décomposait l'acide sulfurique. On peut se convaincre de l'existence du phosphore dans le résidu noir, en faisant digérer ce dernier dans l'acide nitrique. Il prend par là une couleur rouge pendant qu'il se décompose un peu d'acide nitrique, et qu'il se dégage quelques bulles de gaz. Il est très-vraisemblable, d'après cela, que l'oxigène de l'oxide de cobalt est à celui de l'oxide phosphorique comme 1 est à 3. S'il en est ainsi, un atome de phosphore s'est combiné pendant la calcination avec cinq atomes d'hydrogène, et a produit un gaz d'une composition semblable à celle du gaz que donnent, dans les mêmes circon-

stances, le phosphite de plomb et quelques autres phosphites. Ainsi, par la calcination de l'hypo-phosphite de cobalt, il s'en décompose cinq atomes, de manière que cinq atomes d'oxide se réunissent à trois atomes d'acide phosphorique, pendant que quatre atomes de phosphites se dégagent avec vingt atomes d'hydrogène. D'après cela, dix atomes d'eau sont décomposés, ou seulement le quart de l'eau de cristallisation du sel, lequel a par conséquent besoin pour son existence de deux atomes d'eau, pendant que d'autres hypo-phosphites qui donnent par la chaleur du gaz hydrogène phosphoré, spontanément inflammable, n'ont besoin que d'un atome et demi d'eau.

Hypo-phosphite de nickel. Il a été préparé de la même manière que l'hypo-phosphite de cobalt. Sa dissolution, évaporée dans le vide, a donné des cristaux verts, qui paraissaient cubiques et isomorphes avec le sel de cobalt. Chauffé dans une retorte, le sel est devenu jaune en perdant de l'eau, s'est beaucoup boursoufflé, et a donné un gaz dont aucune bulle ne s'est enflammée à l'air, mais qui, en y mettant le feu, a brûlé avec une flamme de phosphore très-intense, et a troublé fortement la dissolution d'argent. Le résidu était noir et insoluble, comme celui du sel de cobalt, dans l'acide hydrochlorique; c'était aussi un phosphate acide de nickel. Le gaz développé était bien certainement le même que celui donné par l'hypo-phosphite de cobalt.

Hypo-phosphite de cadmium. Du carbonate de cadmium encore humide a été mis en digestion dans l'acide hypo-phosphoreux, et la dissolution évaporée dans le vide. Les cristaux qu'elle a fournis étaient trop petits

pour que l'on pût en déterminer la forme. Par la calcination dans une cornue, il a donné un gaz dont une seule bulle s'est enflammée à l'air, et il s'est déposé beaucoup de phosphore dans le col de la retorte. Le résidu s'est dissous très-facilement dans l'acide hydro-chlorique. Il n'est resté qu'une petite quantité de phosphore brun, savoir : 0,018 gr. pour 1,958 gr. de résidu. La dissolution à travers laquelle on a fait passer un courant d'acide hydro-sulfurique a donné 1,243 gr. de sulfure de cadmium, représentant 1,103 d'oxide. Le résidu était par conséquent composé sur cent parties de 56,86 d'oxide de cadmium et de 43,14 d'acide phosphorique, dont les quantités d'oxigène sont à peu près comme 1 est à $3\frac{1}{2}$. Quoique le résidu ressemble par sa composition à celui de l'hypo-phosphite de cobalt, il n'est point vraisemblable, particulièrement d'après ce que je ferai connaître plus tard, que le gaz dégagé par la chaleur dans les deux cas ait la même composition.

Hypo-phosphite de zinc. On l'a obtenu en dissolvant du zinc distillé dans l'acide hypo-phosphoreux affaibli. Il a donné des cristaux dont la forme n'a pu être déterminée. Chauffé dans une retorte, il a donné un gaz qui ne s'est point enflammé à l'air. Le résidu s'est dissous facilement dans l'acide hydro-chlorique.

Hypo-phosphite de plomb. Ce sel, obtenu en neutralisant l'acide hypo-phosphoreux avec de l'oxide de plomb, donne des cristaux feuilletés de forme indéterminée. Il est peu soluble dans l'eau, et ne se dissout pas du tout dans l'alcool, même aqueux. Décomposé par la chaleur, il a donné une grande quantité de gaz hydrogène phosphoré, inflammable à l'air. Le résidu

est passablement blanc, et contient moins de phosphore qu'aucun autre résidu d'hypo-phosphite. Le gaz dégagé est aussi plus pur; il contient cependant toujours du gaz hydrogène, et n'est point absorbé entièrement par une dissolution de nitrate d'argent ou de sulfate de cuivre. Le résidu qu'il laisse est plus faible que celui que donne le gaz de l'hypo-phosphite de chaux. En faisant digérer de l'acide hypo-phosphoreux avec de l'oxide de plomb, il se dépose, quelque temps après, à l'abri du contact de l'air, une poudre blanche cristalline. Le liquide avec réaction alcaline, évaporé à siccité dans le vide, a donné des croûtes cristallines d'un éclat de diamant, qui chauffées dans une retorte, ont laissé dégager du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Le sel traité par l'acide nitrique, puis décomposé par l'acide sulfurique pour évaluer la quantité d'oxide de plomb, a été trouvé composé de

80,41 d'oxide de plomb;
12,11 d'acide hypo-phosphoreux;
7,48 d'eau.

La quantité d'oxigène de l'oxide étant à celle de l'acide comme 5,77 est à 2,46 ou comme $2\frac{1}{3}$ est à 1, il est évident que le sel était un mélange d'hypo-phosphite neutre et d'hypo-phosphite basique. Quant au sel qui s'est séparé par le seul repos du liquide basique, j'en avais obtenu en trop petite quantité pour pouvoir l'analyser. J'en ai préparé, en ajoutant de l'ammoniaque caustique à une dissolution qui, par un très-long repos dans des vaisseaux fermés, ne laissait plus déposer de sel basique, et qui comme la dissolution du sel neutre rou-

gissait faiblement le papier de tournesol. Le précipité ne s'est formé qu'au bout de plusieurs heures, et était un peu soluble. Traité par l'acide nitrique, puis par l'acide sulfurique, il s'est trouvé formé de

91,29 d'oxide de plomb ;
7,14 d'eau ;
1,57 d'acide hypo-phosphoreux.

C'était par conséquent un hydrate d'oxide de plomb dans lequel l'oxigène de l'eau est égal à l'oxigène de l'oxide. Le liquide ammoniacal, séparé du précipité, s'est troublé fortement par l'ébullition, et a déposé un précipité floconneux, entièrement insoluble dans l'eau. Traité par l'acide nitrique, il a donné un peu d'acide carbonique. Il a été trouvé composé de

86,63 d'oxide de plomb ;
4,58 d'acide hypo-phosphoreux ;
8,79 d'eau.

Le rapport de l'oxigène de l'oxide à celui de l'acide est de 6,21 à 0,93 qui très-vraisemblablement sans la présence de l'acide carbonique serait celui de 6 à 1.

Lorsqu'on fait digérer pendant long-temps et à chaud de l'oxide de plomb en excès avec de l'acide hypo-phosphoreux, le plomb commence, au bout de quelques jours, à se réduire. La quantité de métal réduit peut être très-grande si l'on fait bouillir l'acide avec l'oxide; on doit par conséquent, si l'on voulait séparer de l'acide hypo-phosphoreux de l'acide sulfurique au moyen du plomb, n'employer qu'une digestion froide et aussi courte que possible. La réduction du plomb n'a point

lieu dans les dissolutions du sel neutre et du sel basique quoiqu'on les tienne long-temps en ébullition ; il est nécessaire pour cela qu'il y ait un grand excès d'oxide de plomb. Voici comment on peut en rendre raison : par l'ébullition des dissolutions d'hypo-phosphite avec des bases puissantes, l'eau, comme je le montrerai plus bas, est décomposée ; il se forme de l'acide phosphorique, et il se dégage de l'hydrogène. Dans le cas dont il s'agit, il ne se manifeste point d'hydrogène parce qu'il est employé à réduire l'oxide de plomb.

Hypo-phosphite de cuivre. A froid, l'oxide de cuivre récemment précipité peut se dissoudre dans l'acide hypo-phosphoreux sans se réduire. La dissolution est bleue comme celles de la plupart des sels de cuivre. On peut la conserver long-temps sans changement ; on peut même la chauffer lorsqu'elle n'est pas très-concentrée sans y observer de réduction. Si on laisse l'acide agir plusieurs mois à froid sur l'oxide de cuivre, il se réduit enfin un peu de métal. En évaporant la dissolution d'hypo-phosphite de cuivre, la réduction devient complète au moyen d'une forte concentration. Le même effet a lieu sans le secours de la chaleur, en évaporant la dissolution à siccité dans le vide (1).

(1) En décrivant les phosphites, je n'ai point parlé de celui de cuivre, et c'est ici le lieu d'en dire quelques mots. Je l'ai obtenu en mêlant une dissolution de perchlorure de cuivre avec du phosphite neutre d'ammoniaque. Le précipité, d'un beau bleu, s'est laissé laver et sécher parfaitement. Chauffé dans une retorte, il a d'abord donné beaucoup d'eau et ensuite un courant d'hydrogène pur ; le résidu, dans la

Hypo-phosphite d'oxidule de fer. L'acide phosphoreux dissout le fer avec dégagement d'hydrogène. En évaporant sans le contact de l'air, j'ai obtenu une masse cristalline d'un vert clair, qui, chauffée dans une retorte, s'est comportée comme l'hypo-phosphite de zinc.

Hypo-phosphite de peroxide de fer. Le peroxide de fer récemment précipité, mis en digestion à froid avec l'acide hypo-phosphoreux, ne s'y dissout qu'en petite quantité, mais cependant sans se réduire en oxidule. Il se forme un sel blanc peu soluble dans l'acide libre, qui, chauffé dans une retorte, donne du gaz hydrogène phosphoré, spontanément inflammable. En faisant bouillir du peroxide de fer avec de l'acide hypo-phosphoreux, l'oxide passe à l'état d'oxidule qui reste en dissolution avec l'acide hypo-phosphoreux indécomposé, pendant que l'acide phosphorique formé se réunit au peroxide et reste mélangé avec l'excès de peroxide de fer.

J'avais cherché, comme je l'ai dit plus haut, à pré-

---

cornue, était brun à cause du cuivre réduit, et s'est fondu. La masse, traitée par l'eau, lui a cédé du phosphate acide de cuivre. L'acide hydro-chlorique en a encore séparé du même sel par digestion, et il est resté du cuivre métallique. Ainsi l'acide phosphoreux s'est échangé en acide phosphorique, partie aux dépens d'une portion d'oxide de cuivre, partie au moyen de l'oxigène de l'eau décomposée, et s'est combiné à l'état de sel acide avec l'oxide de cuivre indécomposé. Si l'on dissout le phosphite de cuivre dans l'acide phosphoreux, et qu'on fasse bouillir la dissolution, on observera une réduction de l'oxide de cuivre, mais celle de toute la masse ne sera pas complète.

parer plusieurs hypo-phosphites, en décomposant une dissolution d'hypo-phosphite de chaux par un excès d'un oxalate insoluble. J'ai réussi parfaitement à obtenir ceux de magnésie et d'oxidule de manganèse, que j'ai trouvés constamment exempts de chaux; mais les autres hypo-phosphites que j'ai cherché à obtenir par ce moyen, ont toujours retenu une plus ou moins grande quantité d'hypo-phosphite de chaux. Les combinaisons doubles que j'ai préparées sont, les hypo-phosphites de cadmium, d'oxidule de fer, de cobalt, de zinc et de plomb. La quantité d'hypo-phosphite de chaux qui se combine avec chacun de ces sels est très-différente, et n'est, d'après mes expériences, dans aucun rapport déterminé avec l'autre hypo-phosphite. J'ai trouvé dans l'hypo-phosphite de cadmium et de chaux les proportions suivantes :

Hypo-phosphite de chaux.....	3,74 ;
Hypo-phosphite de cadmium....	68,80 ;
Eau........................	27,46.

On pourrait prendre cette combinaison à cause de la petite quantité d'hypo-phosphite de chaux pour de l'hypo-phosphite de cadmium pur; mais il se comporte autrement que le dernier en ce qu'il donne du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Il contient évidemment 4 atomes d'eau de cristallisation. Ce sel, évaporé dans le vide, a donné des cristaux de forme indéterminée.

La combinaison de l'*hypo-phosphite de fer avec l'hypo-phosphite de chaux* a donné, par l'évaporation dans le vide, des croûtes cristallines verdâtres, qui

n'ont dégagé, par la chaleur, que du gaz hydrogène phosphoré, spontanément inflammable. Ce sel est composé de

Hypo-phosphite d'oxidule de fer....	44,73;
Hypo-phosphite de chaux...	31,37;
Eau.........................	23,90.

Les quantité d'oxigène, de l'oxidule, de la chaux, et de l'eau sont comme 4,80 : 3,69 : 21,26, d'où l'on voit que le sel contient 2 ½ at. d'eau

La combinaison de l'*hypo-phosphite de cobalt avec l'hypo-phosphite de chaux* cristallise en octaèdres de couleur rouge, semblables à ceux de l'hypo-phosphite de cobalt pur, mais seulement plus efflorescens. L'analyse de ce sel a donné :

Hypo-phospite de cobalt...	27,61;
Hypo-phosphite de chaux..	44,96;
Eau....................	27,43.

Les quantités d'oxigène, de l'oxide de cobalt, de la chaux et de l'eau sont entre elles comme 2,87 : 5,29 : 24,40 ; le sel contient 3 atomes d'eau ; ce qui est surprenant, car à cause de sa forme cristalline on aurait pu y en admettre 8. Il est remarquable que malgré une si grande proportion d'hypo-phosphite de chaux ; il se comporte, par la chaleur, entièrement comme l'hypophosphite de cobalt pur; il ne donne point une seule bulle de gaz hydrogène phosphoré s'enflammant de lui-même, mais une grande quantité d'un gaz qui brûle avec une flamme vive de phosphore lorsqu'on y met le feu. Le résidu est insoluble dans l'acide hydro-chlo-

rique concentré qui ne dissout pas même de chaux. Il s'était formé aussi du gaz hydrogène proto-phosphoré, et la décomposition par la chaleur a eu lieu comme s'il ne se fût point trouvé d'hypo-phosphite de chaux dans la combinaison.

Je n'ai principalement parlé de ces recherches que pour faire remarquer combien varient les produits de la décomposition des sels solubles par les sels insolubles. J'ai préparé plusieurs fois tant les sels que je viens de décrire que les combinaisons doubles de l'hypo-phosphite de chaux avec les hypo-phosphites de zinc et de plomb, et j'ai constamment trouvé de la chaux en dissolution. La raison pour laquelle on ne peut préparer de cette manière que les hypo-phosphites de magnésie et d'oxidule de manganèse est certainement la complète insolubilité dans l'eau de l'oxalate de magnésie et de l'oxalate de manganèse.

Avant de terminer, je dois parler d'une circonstance qui n'est pas sans importance pour l'analyse du gaz hydrogène phosphoré, spontanément inflammable. Les hypo-phosphites, à l'état sec, se maintiennent à l'air sans changement; chauffés en dissolution au contact de l'air, ils éprouvent une altération due à une suroxidation de leur acide; mais on peut les faire bouillir très-long-temps sans qu'ils subissent le moindre changement, pourvu qu'ils soient garantis du contact de l'air. Il en est tout autrement lorsque des bases caustiques sont présentes. J'ai fait bouillir une dissolution d'hypo-phosphite de potasse avec de la potasse caustique, et l'acide du sel s'est changé, aux dépens de l'eau, en acide phosphorique, et il s'est dégagé du gaz hydrogène. Si

la dissolution est très-étendue, le dégagement de ce gaz est très-faible; mais si elle est très-concentrée, et que l'alcali soit en grand excès, le dégagement de l'hydrogène est aussi rapide que celui que donne le zinc en se dissolvant dans l'acide sulfurique affaibli. J'ai transformé si complètement de cette manière quelques grammes d'hypo-phosphite de potasse en phosphate, que la dissolution saturée avec de l'acide hydro-chlorique et décomposée par le perchlorure de mercure, n'a donné aucune trace de proto-chlorure. Une dissolution d'hypo-phosphite de chaux, bouillie avec de la chaux, donne aussi du gaz hydrogène, mais beaucoup moins que l'hypo-phosphite de potasse. Ceci explique pourquoi, pendant la préparation de l'hydrogène phosphoré, spontanément inflammable, il se dégage en même temps du gaz hydrogène, et qu'enfin le gaz ne s'enflamme plus de lui-même. On peut faire bouillir une dissolution de phosphite de potasse avec un grand excès de potasse et évaporer même à siccité, sans qu'il se dégage la moindre bulle de gaz hydrogène.

(Extrait des *Annalen der Physik.*) Nous n'avons pu donner plus tôt la suite de ce travail, M. Rose ne l'ayant fait imprimer que dans le dernier Cahier des *Annalen der Physik*. Cet habile chimiste persiste dans les résultats qu'il a obtenus, après avoir connu ceux de M. Dumas.

Sur *la Couzeranite*.

Par M. Dufrenoy, Ingénieur des Mines,

M. de Charpentier, dans l'important ouvrage qu'il a publié sur la constitution géologique des Pyrénées, annonce qu'il a trouvé fréquemment, dans le calcaire de transition de cette contrée, un minéral qu'il n'a pu rapporter à aucun autre. Comme il a rencontré cette substance, principalement dans la partie de la chaîne désignée autrefois sous le nom de *couzeran*, il l'a appelée *couzeranite*. Ce célèbre géologue n'a donné qu'une description très-superficielle des caractères de cette substance, dont il n'a fait, à bien dire, qu'annoncer l'existence. Lors d'un voyage que j'ai fait dans les Pyrénées il y a deux ans, j'ai recueilli, dans les lieux mêmes indiqués par M. de Charpentier, un calcaire contenant des cristaux qui me paraissent aussi devoir être la couzeranite, quoique leurs caractères ne soient pas exactement conformes à la description de M. de Charpentier. J'ai analysé ces cristaux et je les ai étudiés avec quelques détails; je vais exposer leurs caractères, d'où il résultera évidemment que l'on doit admettre la couzeranite comme une espèce nouvelle et différente des espèces connues.

La forme primitive de cette substance est un prisme rhomboïdal oblique, reposant sur une arête. C'est également la forme dominante; seulement cette dernière porte fréquemment une troncature sur les arêtes obtuses. Les cristaux sont rarement terminés; les angles compris entre les faces du prisme sont à peu près de 84

et 96 degrés. Celui de la base est de 92 à 93° (1). Je donne ces angles avec quelque doute, parce qu'il est fort difficile de les mesurer, les faces de cette substance, en général peu lisses, n'étant pas miroitantes; leur peu de netteté naturelle est encore augmentée par l'action de l'acide nitrique que j'ai employé pour dégager les cristaux de couzeranite du calcaire qui les empâte. La troncature qui existe sur l'angle obtus sert de moyen de vérification pour déterminer l'angle du prisme. Ce plan, qui est également incliné sur les deux faces du prisme, fait avec chacune d'elles un angle de 138° environ.

Les cristaux de couzeranite sont striés en longueur. Leur cassure est légèrement lamelleuse (2) parallèlement à la petite diagonale, et conchoïde et inégale en travers.

L'éclat, assez vif, est vitreux et résinite, ce qui donne aux fragmens quelque analogie avec l'hilvaïte.

Les cristaux sont opaques.

La couzeranite raie le verre, mais non le quarz.

La couleur la plus habituelle est le noir parfait, le

---

(1) Le rapport des deux diagonales est à peu près de 9:10.

(2) M. de Charpentier annonce que la couzeranite présente un clivage triple, facile, parallèlement aux trois faces d'un prisme rectangulaire droit qu'il regarde comme la forme primitive. La différence entre l'angle que j'ai trouvé et l'angle droit que j'ai cru d'abord appartenir également aux cristaux que je décris est peu importante; mais il n'en est pas de même du clivage que je n'ai jamais pu observer dans les cristaux que j'ai recueillis.

même que celui de la variété de pyroxène désignée sous le nom d'*augite*. Il est probable que cette couleur est due à du carbone, comme celle du calcaire qui l'enveloppe. Le minéral ne contient en effet aucune substance qui puisse lui communiquer cette couleur; de plus, nous avons trouvé dans un calcaire sacharoïde blanc des cristaux d'un gris très-clair, qui sont analogues à la couzeranite. Nous avons vu aussi quelques cristaux d'un bleu indigo foncé, paraissant appartenir à la même substance.

La pesanteur spécifique de la couzeranite est de 2,69. Elle est fusible au chalumeau en émail blanc, à peu près comme le feldspath; avec le sel de phosphore on obtient un bouton laiteux. Elle est inattaquable par les acides.

D'après ses caractères extérieurs, ce minéral a quelque analogie avec le pyroxène et avec la macle; mais sa cassure est très-différente, et de plus, sa fusibilité en émail blanc ne permet de la confondre ni avec l'une ni avec l'autre de ces substances.

La couzeranite se trouve dans plusieurs vallées des Pyrennées; elle existe en plus grande abondance dans celle de Seix qui aboutit à Saint-Girons. Les plus beaux cristaux que j'aie recueillis proviennent du pont de la Taule et du port de Lerz.

Cette substance étant inattaquable par les acides, pour l'analyser, j'en ai fait fondre 5 grammes dans un creuset d'argent avec trois fois son poids de potasse caustique. Après avoir détaché, au moyen de l'eau bouillante, la combinaison potassée, j'ai ajouté de l'acide muriatique pur, qui a rendu la liqueur parfaitement limpide. J'ai ensuite cherché la silice, l'alumine, la chaux et la

magnésie par les procédé ordinaires, substances que je savais, par des essais préliminaires, entrer dans la composition de la couzeranite. Cette analyse m'a donné le résultat suivant :

		En 100mes.
Silice,	2gr.,623	0,5245 ;
Alumine,	1 ,213	0,2425 ;
Chaux,	0 ,600	0,1200 ;
Magnésie,	0 ,063	0,0127 ;
Perte,	0 ,501	0,1003.
	5gr.,000.	1,0000.

D'après la perte considérable que présente cette analyse et la fusibilité de cette substance, j'ai présumé qu'il y avait de l'alcali, et je l'ai cherché par la méthode de M. Berthier, qui consiste à fondre le minéral que l'on désire analyser avec une certaine quantité de matières plombeuses. J'ai donc mélangé dans un creuset de platine 7 grammes de couzeranite en poussière impalpable avec 17 grammes de nitrate de plomb et 14 de céruse. J'ai dissous le verre de plomb dans l'acide nitrique pur, et après avoir séparé la silice par l'évaporation, j'ai précipité le plomb par l'acide sulfurique et par l'acide hydro-sulfurique.

J'ai séparé successivement l'alumine et la chaux par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque : quant à la magnésie, je l'ai obtenue en deux parties, en recherchant les sels alcalins. Pour isoler ceux-ci, après avoir évaporé la liqueur à siccité, j'ai calciné le résidu dans un creuset de platine, en ajoutant du carbonate d'ammoniaque sec qui a chassé l'excès d'acide sulfurique. Les

sulfates neutres et la magnésie pesaient 1g,806. Ces sels, repris par l'eau, ont laissé un résidu de 0,15 qui consistait en 0,03 de magnésie provenant du sulfate de magnésie décomposé, et 0,12 de silice et sulfate de chaux.

On a donc eu :

Sulfates alcalins................ Sulfate de magnésie non décomposé.	1gr.,656.

Ces sulfates, décomposés par l'acétate de baryte et la baryte en excès précipitée par le carbonate d'ammoniaque, ont donné :

Sulfate de baryte.....	2gr.,582.
Carbonates alcalins... Magnésie............	1gr.,105.

Les carbonates, dissous dans l'eau, ont laissé un résidu de magnésie pesant 0gr.,105, d'où carbonates alcalins 1gr.,00 : les 0gr.,105 de magnésie exigent 0gr.,203 d'acide sulfurique, et forment par conséquent un poids de 0gr.,308 de sulfate de magnésie. Il s'ensuit donc que les sulfates alcalins pèsent.............. 1gr.,348, et qu'ils contiennent acide sulfurique...... 0 ,684.

Cette proportion d'acide sulfurique ne pouvant correspondre ni au sulfate de soude ni au sulfate de potasse, on a conclu que la couzeranite contenait deux alcalis ; plusieurs essais ayant d'ailleurs prouvé qu'il n'y existait pas de lithion, les données que nous avons déjà obtenues suffisent pour déterminer la proportion de soude et de potasse, et l'on trouve par le calcul que les 1gr.,348 de sulfate alcalin doivent être composés ainsi :

Potasse.........	0,386	0,713	1gr.,348.
Acide sulfurique.	0,327		
Soude..........	0,278	0,635	
Acide sulfurique.	0,357		

Les carbonates que nous avons obtenus nous donnent un moyen de vérification. En effet, leur poids doit être le même que celui des carbonates que nous composerons d'après les quantités de soude et de potasse que nous venons de déduire du calcul.

Ces proportions seraient :

Carbonate de potasse...	0,566	1gr.,028.
Carbonate de soude....	0,462	

On avait trouvé directement 1gr.,00 quantité presque identique, et qui porte à croire que les proportions indiquées sont exactes.

Pour avoir un moyen de vérification de plus, j'ai transformé les carbonates en muriates, et j'ai précipité la potasse à l'état de muriate double de potasse et de platine; j'ai obtenu de cette opération

1gr.,12 de sel double,

quantité beaucoup trop faible; car il aurait fallu obtenir 1gr.,60, le sel double de potasse et de platine contenant 0gr.,37 de muriate de potasse. Je ne sais à quelle cause attribuer cette différence; peut-être ai-je perdu une certaine quantité de liqueur sans m'en être aperçu? Peut-être aussi l'alcool que j'ai employé était-il trop faible??

En résumant, l'analyse par le plomb m'a donné le résultat suivant :

		En 100mes.
Silice,	3gr.,661	0,5230;
Alumine,	1,665	0,2379;
Chaux,	0,820	0,1171;
Magnésie,	0,108	0,0154;
Potasse,	0,386	0,0552,
Soude,	0,278	0,0396.
	6,918	0,9882.

Ces résultats sont peu différens de ceux obtenus par l'analyse au moyen de la potasse; nous prendrons la moyenne de ces deux analyses pour la composition de la couzeranite, elle sera alors :

		Oxigène.	
Silice,	0,5237	0,2720	28;
Alumine,	0,2402	0,1122	12;
Chaux,	0,1185	0,0333	4; (Chaux et Magnésie)
Magnésie,	0,0140	0,0054	
Potasse,	0,0552	0,0094	1;
Soude,	0,0396	0,0103	1.
	0,9912.		

On peut associer la silice avec ces bases de différentes manières : celle qui conduit à la formule la plus simple est de supposer que cette substance forme un silicate avec l'alumine, un bi-silicate avec les alcalis et un tri-silicate avec les terres alcalines, ce qui conduit aux formules

$$\ddot{K}^3 \dddot{S}^4 + \ddot{N}^3 \dddot{S}^4 + 12 \left(\begin{matrix}\ddot{C}\\ \ddot{M}\end{matrix}\right) \dddot{S}^2 + 24 \dddot{A}\, \dddot{S}$$

$$\left(\begin{matrix}K\\ N\end{matrix}\right) S^2 + 2 \left(\begin{matrix}C\\ M\end{matrix}\right) S^3 + 6\, A\, S.$$

Ces formules donnent effectivement les nombres suivans, qui se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été trouvés par l'analyse :

		Oxigène.	
Silice,	0.5285	0,2748	28;
Alumine,	0,2425	0,1132	12;
Chaux,	0,1204	0,0335	4;
Magnésie,	0,0146	0,0055	
Potasse,	0,0563	0,0054	1;
Soude,	0,0375	0,0059	1.
	0,9998.		

En comparant ces formules avec celles de toutes les espèces minérales connues, on voit que la couzeranite diffère autant de ces espèces par sa composition que par ses caractères extérieurs.

Nouvelles *Recherches sur le* maximum *de densité de l'eau salée.*

Par le Dr Erman fils (1).

(Communiqué par l'Auteur.)

La singulière anomalie que l'eau présente dans sa condensation, et qui lui fait atteindre son *maximum* de densité avant d'être parvenue à son *maximum* de refroi-

(1) L'auteur de cet intéressant Mémoire est le fils du savant secrétaire de l'Académie des Sciences de Berlin. Il vient de partir, avec M. Hansteen, pour la Sibérie, d'où il compte

dissement, a fourni la solution de plusieurs phénomènes que présentent les rivières, les lacs et les glaciers. Il était bien naturel qu'on essayât d'appliquer la même théorie à la physique des mers polaires : mais il est évident qu'on ne peut assimiler à l'eau pure leurs eaux imprégnées de divers sels. Sur ce point extrêmement important il règne encore un partage d'opinions, et de grandes autorités se balancent. D'une part, Rumford, Marcet et Berzelius affirment que l'eau de mer suit, dans son refroidissement, une marche de condensation continue sans *maximum*; et de l'autre, Gay-Lussac, Scoresby et Sabine admettent un mécanisme de superposition des couches produit par un *maximum* de densité qui existerait pour l'eau de mer comme pour l'eau douce, seulement en des degrés différens (1).

---

se rendre ensuite à Analaska et au Mexique. M. Erman s'est muni, à ses frais, d'une lunette méridienne armée d'un cercle de déclinaison, et d'une collection complète d'instrumens de météorologie et de magnétisme. Il s'était préparé pendant plusieurs années à cette entreprise, sous M. Bessel, dont il était un des élèves les plus distingués : on voit, d'après tous ces détails, quelles espérances ce voyage doit faire naître.

(1) Il y a, dans les *Transactions philosophiques*, t. LXXVIII, p. 311, un passage dont M. Erman semble n'avoir pas eu connaissance; je vais le rapporter.

« L'eau pure, dit M. Blagden, commence à se dilater vers « +40° Fahr., c'est-à-dire 8° au dessus du terme de sa « congélation. Je fis une solution de sel commun, dans la « proportion de 4,8 d'eau sur une de sel; elle se congelait, « conséquemment, à +8° $\frac{2}{3}$ Fahr. Cette solution, placée

Une nouvelle tentative d'aborder la question par plusieurs méthodes différentes pourrait donc mériter l'attention des physiciens, lors même qu'ils ignoreraient que ce travail a été entrepris à la demande de M. de Humboldt.

Quatre méthodes ont, malgré quelques légères irrégularités, prouvé d'un commun accord,

La non-existence d'une anomalie de condensation pour l'eau de mer entre les degrés de +8° et —3°.

Ces méthodes sont:

1°. Des pesées exécutées avec une excellente balance hydrostatique. Le liquide à examiner, contenu dans un vase d'à peine 4 pouc. cub. en volume, était entouré d'un réfrigérant, et pouvait, par de fréquentes agitations, être parfaitement amené à une température uniforme.

2°. L'aréomètre de Nicholson a servi de contrôle pour les pesées de la balance.

3°. La méthode de Hope ou des courans ascendans.

« dans les mélanges refroidissans dont je m'étais servi dans « d'autres expériences analogues, se contracta jusqu'au moment où sa température atteignit le 17° degré Fahr.; mais, « dans le passage de 17° à 15°, la dilatation fut sensible. Si « l'on admet que cette dilatation commença à 16° $\frac{2}{3}$, ce sera « 8° tout juste au dessus du terme de la congélation. De là, « nous pouvons conclure qu'en dissolvant des sels dans « l'eau, on ne modifie la propriété dont jouit ce liquide de « se dilater en se refroidissant, qu'autant qu'on abaisse ainsi « le degré où la propriété commence à se manifester, de la « même quantité dont on a abaissé le point de congélation. »

Et 4°. Une méthode que je ne me rappelle pas avoir vu employée dans ce sens, et qui paraît réunir une grande précision à la plus élégante simplicité, puisqu'elle n'exige que l'observation des degrés progressifs du refroidissement d'un thermomètre plongé, soit dans l'eau pure, soit dans la solution que l'on se propose d'examiner.

I. *Par la balance hydrostatique.*

Une boule de verre était le corps plongé.

	grains.
Son poids absolu est de	674.424.
——— dans l'eau distillée, à + 12°.0 Réaum.	400.200.
——— dans la solution de muriate de soude, à + 12°.0 Réaum.	392.940.

Ce qui donne d'abord la pesanteur spécifiq. de la solution examinée, } = 1.0270,

l'eau distillée étant prise pour unité : or, d'après M. Berzelius, la pesanteur spécifique de l'eau de mer varie entre 1.028 et 1.026; notre solution peut donc être censée représenter une eau de mer d'une densité moyenne.

Le tableau suivant contient, dans la première colonne, les *diminutions de poids de la boule de verre*, répondantes aux températures mises à côté; dans la seconde, les densités qui en dérivent, en corrigeant les diminutions observées pour la dilatation cubique du verre, d'après MM. Dulong et Petit.

Degrés de Réaumur.	Diminution de poids.	Poids spécifiques, celui qui répond à 0° de température étant pris pour unité.
— 3.10	284.36	1.00002
— 2.30	284.36	1.00002
— 0.20	284.34	1.00000
0.00	284.34	1.00000
+ 0.88	284.28	0.99977
+ 0.88	284.28	0.99977
+ 1.50	284.26	0.99960
+ 2.00	284.26	0.99960
+ 2.20	284.24	0.99956
+ 2.40	284.18	0.99928
+ 2.60	284.16	0.99930
+ 2.90	284.16	0.99926
+ 3.10	284.16	0.99926
+ 4.48	284.16	0.99922
+ 6.22	284.16	0.99917
+ 6.67	284.06	0.99880
+ 7.11	284.04	0.99870
+ 7.55	283.96	0.99844
+ 8.00	283.96	0.99842
+ 8.49	283.90	0.99812

En appliquant la méthode des moindres carrés, on trouve l'équation aux densités

$$d^{(t)} = 1 - 0.0001474 \cdot t - 0.000006026 \cdot t^2,$$

où $d^{(t)}$ désigne la densité qui répond à une température t, exprimée en degrés de Réaumur. On se convaincra, par la différentiation de cette équation, qu'entre les limites de l'observation (+ 8° et — 3°) la solution examinée ne saurait atteindre un *maximum* de densité. Quant au *maximum* indiqué par l'équation à — 12°,2, il est évident qu'on ne saurait répondre de

la justesse de l'expression analytique pour des températures aussi éloignées de celles des expériences. Les poids sus-mentionnés et les densités qu'on en a déduites, sont les résultats de différentes séries d'observations rangées ici indifféremment et sans omission, selon l'ordre des températures : l'accord des observations répondantes aux mêmes températures paraît prouver à la fois la bonté de la méthode et la certitude du résultat obtenu.

Il est très-essentiel de remarquer que l'observation à — 3°.00 a été faite sans qu'il y ait eu la moindre portion de glace formée dans le vase : ce qui n'a pu être obtenu qu'en conservant à la solution un repos parfait ; autrement, la glace commence à se former sur les parois du vase dès — 2°.3 à — 2°.5, et en laissant la solution exposée à l'action du mélange réfrigérant, la glace continue à couvrir le fond, où elle reste attachée sans empêcher les pesées ; mais la portion de la solution demeurée liquide, qui se trouve alors au dessus de la glace, loin d'atteindre un *maximum* de densité, se condense indéfiniment par des incrémens très-différens de ceux que donne l'observation entre + 8° et — 2° ; c'est sous des circonstances pareilles que nous avons vu :

Le thermomètre étant à	Diminution de poids de la boule de verre.	Poids spécifique.
— 2°.22	285gr.06	1.00380,

la solution à 0° étant pris pour unité. Cette condensation, anomale en apparence, s'explique très-suffisamment par la formation de la glace qui concentre la solution.

II. *Aréomètre de Nicholson.*

L'aréomètre employé consistait en un cylindre creux de fer-blanc, enduit d'un vernis pour empêcher l'action chimique du liquide; son poids absolu est de 2130 grains, et, d'après MM. Lavoisier et Laplace, nous avons adopté, pour la dilatation cubique du fer-blanc, répondante à un degré de Réaumur, la valeur de 0.000045 du volume à zéro de température. C'est avec ces données que les densités relatives de la solution de muriate de soude (3me colonne du tableau suivant) ont été conclues des poids additionnels observés (2me colonne).

Température.	Poids additionnels.	Densités.
— 1°.0	631.90	1.00010
+ 0 .0	632.00	1.00000
+ 1 .0	631.43	0.99976
2 .0	630.75	0.99946
3 .0	630.55	0.99936
4 .0	630.40	0.99924
5 .0	629.80	0.99900
6 .0	629.25	0.99875
7 .0	628.90	0.99857
8 .0	628.25	0.99830
9 .0	627.27	0.99789
10 .0	626.29	0.99773
11 .0	626.62	0.99758
+ 12 .0	626.15	0.99716

En employant la méthode des moindres carrés pour la détermination des coëfficiens constans, on trouve l'équation aux densités :

$$d^{(t)} = 1 - 0.0001841 . t - 0.000004099 . t^2;$$

qui donnerait des dilatations un peu plus fortes que la méthode des pesées. Il est cependant extrêmement probable que cette différence entre les deux résultats, ne tient qu'aux températures qu'on a supposées à la substance aréométrique. Effectivement, en corrigeant pour la dilatation de l'aréomètre, nous lui avons attribué la température qu'avait alors le liquide; quoiqu'il soit très-probable que les incrémens de température qu'on donnait à la solution n'aient pas été instantanément communiqués à l'aréomètre. Si l'on préfère supposer à l'aréomètre une température uniforme pendant toute la durée des expériences, on trouve l'équation :

$$d^{(t)} = 1 - 0.0001391.t - 0.000004109\, t^2,$$

laquelle, comparée de même au résultat de la balance hydro-statique, en diffère en sens contraire. On voit par là qu'en supposant à la substance de l'aréomètre des températures successivement croissantes, mais suivant une marche plus lente que les températures du liquide examiné, on parviendrait à établir un accord parfait entre les résultats des deux méthodes.

III. *Méthode des courans.*

Quoique, faute d'une atmosphère suffisamment froide lors de l'emploi de cette méthode, on n'ait pu y apporter toutes les variations ingénieuses indiquées par M. Hope, il est à espérer que les conséquences qui découlent des observations suivantes, suffiront déjà à constater le fait en question.

1re *Expérience.* Un vase cylindrique, ayant 21 pouc. de haut et 3p. 1 de diamètre, a été rempli d'une solution

de muriate de soude d'une pes. spéc. 1.027, ayant une température initiale de 6°.0 Réaum. On a muni le vase de trois thermomètres : N° I, placé au fond ; N° II, à 10 pouc. au-dessus du fond, et N° III, à 20 pouc. au-dessus du fond ; et on l'a ensuite exposé à l'action réfrigérante de l'atmosphère, dont la température était +1°.0 Réaum. Les thermomètres, N°s I, II, III ont été préalablement comparés entre eux, et les nombres consignés ci-dessous sont corrigés des erreurs dues aux instrumens.

Temps de l'observation.	Therm. N° I, au fond.	Therm. N° II, à 10 pouc. de haut.	Therm. N° III, à 20 pouc.
1h. 25′	5°.25	5°.11	5°.30
30	5 .75	5 .33	5 .16
36	4 .70	4 .80	5 .12
41	4 .25	4 .44	4 .50
46	4 .20	4 .30	4 .50
1h. 57′	3 .60	3 .60	3 .90
2h. 5′	3 .10	3 .40	3 .70
15	2 .90	3 .11	3 .45
23	2 .60	3 .11	2 .20
30	2 .25	2 .84	1 .95
40	2 .00	2 .75	1 .70
2h. 52′	1 .70	2 .22	1 .70

Malgré les irrégularités dans la marche des trois thermomètres dues à des lectures faites sous des circonstances fort peu favorables, on voit qu'à

2h. 5′, il y a eu une couche de 3.70 au dessus d'une de .... 3°.10;

15′............................ 3.45 .... 3 .10;

circonstances qui rendent un *maximum* aux environs

de 3°.33 fort peu probable; mais ce qui est plus concluant encore, c'est que le refroidissement depuis 3°.6 à 1°.7 du fond du vase s'est presque tout aussi promptement opéré que celui de 5°.6 à 3°.7; c'est surtout sous ce dernier point de vue que les deux expériences suivantes qui établissent un parallèle direct entre l'eau douce et l'eau salée, paraissent mériter quelque attention.

Le cylindre susdit, muni de trois thermomètres aux mêmes hauteurs que précédemment, a été établi dans un appartement dont la température était de + 12°.0 R., et le fond du vase a été entouré d'un réfrigérant entretenu à — 15°.0 R.

2me *Expérience*. Cylindre rempli d'eau douce.

	Fond du vase.	A 10 pouces.	A 20 pouces.
A 4h. 20'	6°.00	11.90	11.80
28	3 .50	11.80	11.80
43	3 .20	11.90	11.90
46	2 .50	12.00	12.00
49	2 .00	non observées.	
59	1 .80	10.00	12.00
5h. 11,75	1 .70	9.77	12.00
22	1 .50	6.18	12.00
39	1 .10	6.11	12.00
52	1 .00	6.00	
6h. 30'	1 .20	6.00	

On voit par cette série que la température des couches supérieures ayant été trop haute (+ 12°.0 R.) pour qu'elles aient pu couler au-dessous de l'eau dilatée de + 1°.00, le thermomètre d'en haut n'a pu être sensi-

blement affecté par un courant ascendant ; néanmoins la diminution de température qu'a indiqué le thermomètre à 10 pouces simultanément avec l'immobilité du thermomètre établi au fond, qui, au milieu d'une enveloppe à — 15°.5, se soutenait à + 1°.10, parlent si hautement pour le phénomène d'un *maximum*, qu'il ne peut y avoir de doute sur la sensibilité de l'appareil.

Or, voici ce que, sous des circonstances minutieusement égales, a montré la solution de muriate de soude de pes. spéc. 1.0270.

3me *Expérience.* Cylindre rempli d'eau salée de pesanteur spécifique 1.0270.

	Therm. du fond.	A 10 pouces.	A 20 pouces.
A 2h. 40′	+ 6°.5	+ 11°.11	+ 11.30
45	5 .0	11 .11	11.40
48	4 .0	11 .11	11.40
52	3 .0	11 .16	11.40
2h. 55′	2 .0	11 .16	11.40
3h. 2′	+ 1 .0	11 .21	11.50
8	0 .0	11 .16	11.50
19′.5	— 1 .5	11 .16	11.50
3h. 24′.0	— 2 .0	11 .16	11.70

Quoi de plus concluant que l'immobilité du thermomètre moyen, mais surtout que le prompt refroidissement à — 2°.0 du fond : en effet, la température diminue pour l'eau salée depuis + 2°.0 à — 2°0 en 29′, tandis que, à parité de circonstances, le thermomètre établi au fond de l'eau douce est resté pendant plus d'une heure entre + 1°.5 et + 1°.1 et y serait sans doute resté

pendant un jour entier, si l'on n'avait été obligé d'interrompre l'expérience.

Il restait cependant à désirer que la méthode ingénieuse des courans offrît des preuves encore plus directes de la non existence d'un *maximum*. Il fallait pour cela produire des circonstances telles que dans l'eau douce on *vît* des couches plus froides se tenir au-dessus d'autres plus chaudes, et se convaincre ensuite que l'eau salée ne pût rien offrir de pareil. Voici comment on a réalisé ces circonstances au défaut même d'une atmosphère suffisamment froide. Un cylindre de 1 pouce de diamètre et ayant 10 pouces de haut, muni d'un thermomètre au fond et d'un second à 9 pouces au dessus du fond, a été entouré de *tous côtés* d'un réfrigérant très-fort, et la marche des températures pour l'eau douce et l'eau salée, soumises aux mêmes circonstances, ne paraît plus permettre aucun doute sur le fait énoncé.

Voici les nombres observés.

Eau douce dans le réfrigérant.			Eau salée, pes. spéc. 1.0027 dans le même réfrigérant.		
	Th. d'en haut.	Th. d'en bas.		Th. d'en haut.	Th. d'en bas.
A $9^h 25'$	+2°.10	+2°.70	A $10^h 56'$	+5°.00	−1°.40
26	+1.50	+2.60	11^h 0	+3.50	−1.60
27	+1.25	+2.50	1	+2.00	−1.60
28	+0.80	+2.30	4	+0.50	−1.60
28.5	+0.60	+2.20	5	0.00	−1.60
29	+0.25	+1.80	6	−0.50	−1.60
30	0.00	+1.60	7	−1.00	−1.60
31	−0.25	+1.45	9	−1.25	−1.60
32	−0.50	+1.12	$11^h 12'$	−1.50	−1.60
32.5	−0.75	+0.80			
33.0	−1.00	+0.50			
33.5	−1.25	+0.20			
35.0	−1.50	−0.10			

On voit que dans l'eau pure les couches supérieures ont été constamment plus froides que celles d'en bas d'environ 1°.6 ; que l'eau salée n'a jamais offert aucune anomalie pareille. On ne s'étonnera pas, j'espère, de ce que toutes les expériences à courant auquel des sosolutions salées ont été soumises, aient été interrompues dès que la température approchait de — 2°.0 ; car la glace qui commence alors à se former et qui monte vers la surface du liquide, aurait nécessairement occasioné des refroidissemens irréguliers et propres à induire en erreur.

IV. *Méthode des refroidissemens.*

Par un froid de — 15°.5, ayant plongé la boule d'un thermomètre dans un vase de verre rempli d'eau douce, qui avait 1 pouc. 50 de haut et 1 pouc. 0 de diamètre, de manière que la boule se trouvait à 1 ligne au dessus du fond du liquide, je suspendis librement le thermomètre avec le vase qui lui était attaché pour observer les temps de refroidissement de l'eau, et voici le résultat :

	Therm.	Intervalles en temps.
6h. 5′ 5″	+ 6°.0	50″
55	5 .5	55
6 50	5 .0	50
7 40	4 .5	65
8 45	4 .0	112
10 37	3 .5	198
13 55	3 .0	60
14 55	2 .5	70
16 5	+ 2 .0	

Je ne crois pas qu'on puisse se refuser à voir dans le refroidissement rallenti entre 4°.0 et 3°.0, et surtout entre 3°.5 et 3°.0 l'influence de l'anomalie de condensation : je présume même qu'au moyen de l'analyse on parviendrait aisément à déterminer le degré du thermomètre auquel répond le *maximum* avec une exactitude bien grande; car à la seule insp ection des intervalles en temps (3e colonne), on voit que le *maximum* ne saurait avoir lieu qu'entre 3°.5 et 3°.0, et même beaucoup plus près de 3°.5 que de 3°.0 et ainsi de suite.

L'application de cette méthode au problême actuel s'offrait d'elle-même ; il ne fallait que plonger tout en entier le petit vase qui contenait la solution à examiner, dans un mélange refrigérant. Le refrigérant doit jouer le rôle d'une atmosphère refroidissante, à la seule exception près, que la faculté conductrice tiendra lieu du rayonnement, et opèrera par conséquent un refroidissement beaucoup plus prompt.

Une expérience préalable sur l'eau douce a été faite pour obtenir un terme de comparaison dans des circonstances pareilles ; en voici le résultat :

Petit cylindre rempli d'eau douce dans un mélange de neige et de chlorure de calcium.

		Intervalles en temps.
6h. 0′ 2″.8	+ 7°	
15 .2	+ 6	12″.4
32 .0	+ 5	16 .8
1 12 .8	+ 4	40 .8
4 41 .0	+ 3	208 .2
58 .0	+ 2	17 .0
3 28 .4	+ 1	30 .0

Cette série prouve évidemment que le refrigérant tient parfaitement lieu d'une atmosphère refroidissante. Il sera bon de remarquer, une fois pour toutes, que toutes les observations de refroidissement ont été faites au moyen d'un thermomètre de M. Kessels ; qui bat 0″.40 ; on a donc été à même d'observer les intervalles en temps à 0″.20 près.

2e *Expérience.* Même cylindre dans le même mélange, rempli d'eau salée de pes. spéc. 1.0270.

Temps.	Thermom.	Intervalles en temps.
6h. 15′ 28″.0	+ 6°.0	
41 .2	5 .0	13.2
56 .8	4 .0	15.6
16 10 .8	3 .0	14.0
29 .6	2 .0	18.8
52 .8	+ 1 .0	23.2
17 20 .4	0 .0	27.6
54 .8	— 1 .0	34.4
18 33 .6	2 .0	38.8
19 20 .4	3 .0	46.8
20 16 .4	— 4 .0	56.0

Les intervalles marchent parfaitement sans anomalie, et représentent une pure série géométrique, si l'on excepte les irrégularités dues au thermomètre.

La quatrième méthode offre donc encore un argument des plus positifs *pour la dilatation régulière de l'eau salée entre* + 6°.0 et — 4°.0, et la question paraît résolue. Il importait de vérifier à quel degré de salure l'eau perd la faculté d'atteindre un *maximum*. L'expé-

rience décrite ci-dessus a donc été reprise pour deux nouvelles solutions :

A pesanteur spécifique............. 1.0200 ;
B.............................. 1.0100.

Les résultats suivans se sont offerts.

Solution *A* pesanteur spécifique 1.0200.

Température.	Temps.	Intervalles.
+ 7°	6h. 35′ 26″	
		7″
6	33	
		8 .5
5	41 .5	
		9 .5
4	35 51 .0	
		13 .0
3	36 4 .0	
		15 .5
2	19 .5	
		20 .5
+ 1	36 40 .0	
		24 .0
0	37 4 .0	
		39 .0
— 1	43 .0	

Le thermomètre resta long-temps immobile à — 1°.25 et le fond du vase se trouva gelé. Une expérience faite exprès prouva que — 1°.25 est le terme de congélation de la solution. — Il est donc évident qu'une solution de p. sp. 1.020 n'a pas de *maximum* de condensation au dessus de — 1°.0, et que, s'il en existe un, il arrive si près du terme de la congélation, que les effets de la chaleur de liquéfaction et ceux du *maximum* se confondent pour l'observation.

Solution *B* de pesanteur spécifique 1.0100.

	Temps.	Intervalles.
+ 6°.0	7h. 32′ 29″.0	
5 .0	42 .0	13″
4 .0	33 0 .0	18
3 .0	16 .5	16 .5
2 .0	33 47 .0	30 .5
+ 1 .5	Stationnaire depuis 34′ 22″ jusqu'à 36′ 0″.	133 .0

Le thermomètre baissa ensuite jusqu'à — 2°.0 sans que l'au du liquide se gelât ; ce ne fut qu'alors qu'il se forma de la glace, et le thermomètre remonta subitement à — 0°.50 : c'est donc là le terme de la congélation, et l'immobilité du thermomètre à — 1°.50 ne saurait absolument être attribuée qu'à un *minimum* de volume qui a lieu autour de ce point de l'échelle.

Les conclusions qu'on peut tirer des expériences précédentes paraissent revenir à ce qui suit :

1° Que l'eau salée d'une pes. spéc. 1.027 n'a point de *maximum* de condensation aussi long-temps qu'elle est liquide, et que lors même qu'il s'y forme de la glace, la portion demeurée liquide augmente continuellement de densité ;

2°. Que l'eau salée d'une ps. sp. 1.020 n'a également point de *maximum* de condensation, ou du moins n'a pas un *maximum* sensiblement éloigné de 1°.25, qui est le terme de congélation ;

3°. Enfin, qu'une solution de muriate de soude d'une pes. sp. 1.010 a encore un *maximum*, mais plus bas que l'eau pure ; car

Le *maximum* de l'eau salée d'une pes. spéc. 1.010 répond à.......................... + 1°.50.

Il paraît donc que le mélange du muriate de soude fait reculer le point du *maximum* et le fait enfin entièrement évanouir, ou, ce qui paraît presque plus probable, fait en sorte que le *maximum* n'arrive qu'après la congélation; circonstance prouvée à l'égard de l'alliage de Rose et qui se rencontrerait peut-être pour beaucoup d'autres corps, si l'on examinait leurs changemens de volume autour du terme de la liquéfaction.

NOTE *relative à l'article intitulé :* Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des Corps élastiques, *page* 337 *du tome précédent.*

LORSQUE M. Poisson a lu à l'Académie cet article, dans lequel l'auteur fait mention des pricipales recherches des anciens géomètres qui se rapportent au sujet qu'il venait de traiter, je n'ai pu me dispenser de rappeler celles que j'avais faites moi-même, et qui sont exposées dans un écrit présenté en 1821, publié par extrait dans le *Bulletin de la Société philomatique*, en 1822, et imprimé en entier, en 1827, dans le t. VII des Mémoires de l'Académie. M. Poisson a répondu que les citations relatives à mon travail étaient consignées dans le cours de son Mémoire (procès-verbal de la séance du 28 avril 1828), mais j'aurais eu davantage à me louer de la bienveillance ou de la justice de l'auteur, si, ne traitant pas les vivans moins bien que

les morts (puisque l'immense supériorité des uns n'est pas une raison pour laisser les autres dans l'oubli), il eût fait cette citation dans le préambule ou exposé de son travail. En effet, ce préambule est connu de l'Académie, publié dans les journaux scientifiques, lu par toutes les personnes qui ont le goût des sciences physiques et mathématiques; tandis que le Mémoire lui-même étant le sujet d'une étude difficile, à la portée d'un petit nombre de savans, la mention que l'auteur y a rejetée demeurera presque inconnue. Quoi qu'il en soit, M. Poisson ayant préféré, en insérant son article dans les *Annales de Chimie*, me laisser la tâche de parler moi-même des résultats que j'ai obtenus, je présenterai sur ce sujet les remarques suivantes

1°. Les recherches qui ont été faites jusqu'à ces derniers temps sur les lois de l'équilibre ou des mouvemens de vibration des corps, s'appliquent principalement, d'une part, aux cordes et aux membranes ou tissus, supposés parfaitement flexibles, mais susceptibles de résister à l'extension et à la contraction; et, d'autre part, aux plans et surfaces courbes, élastiques, auxquels, outre la même résistance à l'extension et à la contraction, on attribue encore la faculté de résister à la flexion.

La petitesse supposée du diamètre d'une corde, ou de l'épaisseur d'une membrane, a permis aux géomètres d'en représenter les modifications sous des formes analytiques qui supposent tacitement certaines restrictions dans la nature des mouvemens dont les points matériels qui composent ces corps sont affectés. Il en est de même à l'égard de ce qu'on a nommé *plan élastique*. En effet, on réduit la question des mouvemens

d'une corde à celle des mouvemens d'une ligne mathématique regardée comme l'axe de cette corde, ce qui permet de représenter ces mouvemens par le moyen de deux équations contenant trois coordonnées et le temps. On réduit de même la question des mouvemens d'une membrane, ou d'un plan élastique, à celle des mouvemens d'une surface métallique que l'on suppose passer par le milieu de l'épaisseur du corps; ce qui permet d'exprimer les résultats au moyen d'une seule équation contenant trois coordonnées et le temps. Si l'on veut maintenant rechercher quel rapport cette manière de traiter les questions peut avoir avec les effets naturels, on reconnaîtra, par exemple, que, dans la corde, on suppose que les molécules appartenant dans l'état primitif à une section plane perpendiculaire à l'axe sont animés d'un mouvement commun dans le sens de cet axe, en sorte qu'elles ne cessent point d'appartenir à la section transversale dont on vient de parler. De plus, la considération des mouvemens des molécules dans les directions perpendiculaires à l'axe, mouvemens qui produiraient des variations dans le diamètre de la corde, est totalement négligée. Dans la question du plan élastique, on suppose que les molécules placées dans l'état primitif sur une droite perpendiculaire aux faces du plan ne cessent point, dans les mouvemens auxquels ce plan est soumis, de se trouver sur une normale commune aux deux surfaces courbes parallèles dans lesquelles les faces du plan se sont changées. Quant aux mouvemens des molécules dans le sens de la longueur ou de la largeur du plan, outre que l'on admet encore que ces mouvemens sont les mêmes pour toutes les molécules appartenant à une normale, on n'en

avait exprimé les conditions que pour des cas très-particuliers. Enfin, on ne considère point les mouvemens des molécules qui peuvent avoir lieu dans le sens de l'épaisseur du plan.

Ces restrictions, auxquelles les solutions données par les géomètres se trouvaient soumises, n'étaient pas toujours avouées ou reconnues par les auteurs. Ainsi, sans remonter plus haut, on peut juger, d'après ce qui est dit dans le Mémoire de M. Poisson sur les surfaces élastiques, que l'auteur regardait la question de l'équilibre d'une surface flexible comme étant *résolue complètement* au moyen de la considération de deux tensions inégales supportées par chaque élément suivant deux directions perpendiculaires entre elles (1). Il en serait résulté que la question des mouvemens des points d'un plan élastique, provenant d'extension ou de contraction dans le sens des faces de ce plan, aurait aussi été résolue par cette même considération ; mais cela n'est point. Nous engageons à lire, sur ce sujet, un Mémoire intéressant de M. le chevalier Cisa de Grésy (2).

D'après ce qui vient d'être dit, on peut juger que les résultats obtenus par les géomètres, ne présentaient nullement les moyens de soumettre au calcul, d'une manière générale, les conditions des changemens de

---

(1) *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut*, 1812, 2e partie, pag. 171.

(2) *Mémoires de l'Académie de Turin*, 1818, t. XXIII. On peut aussi consulter sur l'équilibre des surfaces flexibles le Résumé des leçons de mécanique appliquée données à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

figure d'un corps élastique, ni les effets variés des mouvemens de vibration des molécules, dont M. Chladni avait fait le sujet de recherches intéressantes, poursuivies avec succès par M. Savart. Après beaucoup d'essais et de réflexions, je parvins à une idée qui paraîtra peut-être fort simple. Elle consiste à admettre que les changemens de position des molécules d'un corps élastique, les unes par rapport aux autres, peuvent être quelconques; à considérer que ces changemens de position sont l'effet des forces intérieures et extérieures auxquelles les parties de ce corps sont soumises; qu'il doit exister des relations entre le déplacement d'une molécule à partir de sa situation primitive dans l'état naturel du corps, la position de cette molécule dans le corps, et les forces qui produisent le changement de figure; enfin, que l'expression analytique de ces relations est l'objet de la question. Mais, pour parvenir à cette expression, il était nécessaire de se former une idée de la nature des actions intérieures qui sont développées entre les molécules des corps élastiques par l'effet des déplacemens relatifs de ces molécules.

2°. M. de Laplace, dont les travaux ont si puissamment contribué à l'illustration scientifique de la France, a traité plusieurs questions, dont la solution dépend de la considération des actions moléculaires. Dans ces recherches, qui ont eu principalement pour objet les théories de la réfraction et des phénomènes capillaires, ce grand géomètre n'a point jugé nécessaire de spécifier la nature de ces forces, et leur a simplement attribué la propriété de diminuer très-rapidement avec la distance des molécules, en sorte qu'elles pouvaient

être considérées comme nulles entre deux molécules dont la distance était sensible. Il paraît que l'on a pensé d'abord que les questions relatives aux affections des corps élastiques pouvaient être résolues de la même manière, et c'est ainsi que M. Poisson a procédé dans ses recherches sur le plan élastique. Mais cette notion était ici tout-à-fait insuffisante. En effet, ces recherches ont, à la vérité, donné une équation dont la forme ne différait point, quant aux termes dépendans de la résistance du plan à la flexion, d'une autre équation trouvée par Lagrange, d'après un principe imaginé par mademoiselle Sophie Germain. Ce principe, ingénieux et vrai, consiste à regarder les forces qui résistent à la flexion comme étant, pour chaque point du plan, proportionnelles à la somme des valeurs inverses des deux rayons de courbure principaux : il reste seulement (ce qui n'est point difficile) à montrer comment cette notion géométrique résulte de la nature physique des actions moléculaires. Mais ces termes se trouvent multipliés, dans l'équation donnée par M. Poisson, par un coëfficient constant proportionnel à la seconde puissance de l'épaisseur du plan (1), résultat qui ne s'accorde point avec les effets naturels, ainsi qu'on le verra tout-à-l'heure. On peut remarquer de plus que la manière dont l'auteur introduit dans son analyse la considération de l'épaisseur du plan (2) suppose tacite-

---

(1) *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut*, 1812, 2ᵉ partie, pag. 220. La lettre ε représente l'épaisseur du plan élastique.

(2) *Ibidem*, page 191.

ment, bien que cette condition ne soit point énoncée, que cette épaisseur est une quantité très-petite, au plus égale au rayon de la sphère d'activité des actions moléculaires. S'il en était autrement, c'est-à-dire, si le calcul devait s'appliquer aux plans dont la dimension en épaisseur peut tomber sous les sens, ce ne serait point la seconde puissance de cette épaisseur, mais la première puissance seulement, qui entrerait en facteur dans l'expression analytique dont il s'agit.

Nous disons que ces résultats ne sont point d'accord avec les effets naturels, et cette remarque est ici indispensable pour que le lecteur puisse juger combien il était nécessaire d'adopter, comme nous l'avons fait, des principes différens. En effet, en supprimant une coordonnée, les équations relatives au plan doivent s'appliquer à ce qu'on nomme la *lame élastique*, c'est-à-dire, à un plan rectangulaire qui n'est courbé que dans le sens de sa longueur. Or, d'après les expressions données par Euler et par d'autres savans, confirmées par une infinité d'expériences faites sur la flexion ou sur les vibrations transversales des lames, il est de toute certitude que le coëfficient dont il est question, doit contenir le cube et non le quarré de l'épaisseur. Sans cela, la quantité dont une lame est fléchie par un poids donné ne serait point réciproque au cube de l'épaisseur, et la rapidité des vibrations transversales ne seraient point proportionnelle à l'épaisseur, comme cela a effectivement lieu.

Cette seule observation, indépendamment des notions qui résultent de la connaissance des propriétés physiques des corps élastiques, montre qu'il ne suffisait pas ici

de considérer les actions moléculaires comme des forces quelconques, décroissant très-rapidement avec la distance, et qu'il était nécessaire de leur attribuer une certaine qualité spéciale dérivant de la nature de ces corps. Nous avons donc admis pour principe que les actions développées entre deux molécules, par l'effet de leurs déplacemens respectifs, étaient proportionnelles à la variation survenue dans la distance primitive de ces molécules, ces actions étant attractives ou répulsives suivant que la distance avait augmenté ou diminué. L'application de ce principe rétablit sur le champ l'accord des résultats du calcul avec les effets naturels. En effet, on voit facilement que, pour une flexion donnée du plan élastique, les écartemens ou rapprochemens des molécules sont proportionnels à l'épaisseur du plan. Donc, les forces appartenant à chaque molécule sont aussi proportionnelles à cette épaisseur, les momens de ces forces le sont au quarré de cette dimension, et par conséquent la somme de ces momens est, en chaque point du plan, proportionnelle à sa troisième puissance; ce qui est conforme à la nature. Au reste, on ne prétend pas donner ici le principe dont il s'agit comme constituant, à proprement parler, une idée nouvelle. Adopter ce principe, c'est simplement transporter aux élémens intimes des corps élastiques les propriétés que ces corps eux-mêmes nous présentent. Nous dirons de plus qu'en lisant avec attention la Note que M. de Laplace a jointe à son Mémoire sur la double réfraction (1), on reconnaît

(1) *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques*, 1809, pag. 329 et suiv.

que cet illustre géomètre s'était formé sur cette matière des notions parfaitement exactes, et dans lesquelles le principe précédent était implicitement compris.

C'est d'après des idées analogues à celles dont il vient d'être question, que nous avons traité la question du mouvement des fluides incompressibles, en ayant égard aux forces d'adhérence, et en supposant que le mouvement du fluide donnait lieu à des actions intérieures proportionnelles aux vitesses relatives des molécules (1).

M. Poisson dit aujourd'hui que la manière dont il avait envisagé la question du plan élastique ne convient rigoureusement qu'à une surface sans épaisseur (2). On ne conçoit guère comment une surface sans épaisseur pouvait être censée douée de la résistance à la flexion. Le même auteur convient aussi qu'il était nécessaire d'apporter quelque restriction à la fonction de la distance qui exprime l'action des molécules, etc. (3).

3°. On voit, par les remarques précédentes, que nous avions conçu l'idée d'une question nouvelle, nécessaire pour pouvoir soumettre au calcul un grand nombre de phénomènes intéressans pour les artistes et pour les physiciens, et que nous avions reconnu le principe physique sur lequel devait reposer la solution de cette question. Quant à l'usage que nous avons fait de ce principe, regardant les déplacemens de chaque molécule parallèlement à trois axes coordonnés comme des variables fonctions

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1823, t. VI.

(2) *Voyez* le tome précédent des *Annales de Chimie*, page 341.

(3) *Ibidem*, page 354.

des coordonnées primitives de ces molécules, des forces appliquées au corps, et du temps ; nous avons donné les équations différentielles exprimant les relations générales qui subsistent entre ces quantités. Ces équations ont une forme tout-à-fait spéciale, comme on pouvait s'y attendre dans une recherche que personne ne s'était jamais proposée, mais dont l'objet existait dans la nature ; la solution des questions semblables étant la véritable source des formes variées que peut présenter l'analyse. Les bases des recherches qui seront faites dans la suite sur les propriétés des corps élastiques se trouvaient ainsi établies, et ces recherches n'exigent plus maintenant que des développemens qui sont du ressort de l'analyse ou de la géométrie. Il nous semble que la justice demande que les géomètres qui s'occupent aujourd'hui de ces développemens, et qui n'emploient ni de nouveaux principes, ni des équations différentielles différentes, ne mettent pas ce travail dans l'oubli. On a généralement accordé quelque estime aux efforts qui ont eu pour résultat d'établir les principes et les formes analytiques au moyen desquelles une classe particulière de phénomènes était pour la première fois soumise à l'empire du calcul.

4°. Quant aux observations de M. Poisson, d'après lesquelles il ne serait pas permis de représenter les forces résultant des actions moléculaires par des intégrales définies (1), nous ne partageons pas cette opinion. Mais il convient d'attendre, pour s'expliquer à ce

(1) *Voyez* le tome précédent des *Annales de Chimie*, page 345.

sujet, que le Mémoire ait été publié; sauf à examiner alors si ce point doit être l'objet d'une discussion, ou s'il doit être abandonné au jugement des géomètres.

5°. On remarquera enfin que les idées énoncées par l'auteur sur la nécessité de prendre en considération l'élasticité des corps pour déterminer la manière dont les efforts se distribuent dans certains cas qui demeurent indéterminés lorsque les questions sont considérées d'une manière purement géométrique, ne sont pas nouvelles, et que diverses questions de ce genre ont été résolues antérieurement (1).

NAVIER.

Paris, 28 juillet 1828.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 juin 1828.

L'ACADÉMIE reçoit un Essai sur le calcul duodécimal, par M. Gautier de Nuits (Côte-d'Or); un Mémoire sur les Développées des courbes planes, par MM. Dubois Aimé et Bigeon; une nouvelle Note de M. Leymerie sur la Fièvre jaune; une Note de M. Julia-Fontenelle en réponse aux réclamations qu'on avait présentées au

(1) *Voyez* le *Bulletin de la Société philomatique*, 1825; et les Résumés des leçons de mécanique appliquée qui ont été cités ci-dessus.

sujet de son Mémoire sur les Combustions humaines; enfin une Lettre de M. Baudelocque renfermant des découvertes sur l'art des accouchemens.

On entend ensuite les rapports de diverses Commissions sur les prix Montyon. (Nous les avons déjà fait connaître.)

La séance est terminée par la lecture d'une partie d'un Mémoire de M. Villermé sur la taille moyenne des habitans de la France.

Séance du lundi 9 juin.

Pièces manuscrites présentées. Une Lettre de MM. Parkes et Compagnie, accompagnée de quelques échantillons de sel provenant de leur établissement; une Note de M. Dizé sur une Encre indélébile; un paquet cacheté de M. Comte, contenant le résumé de quelques expériences physiologiques.

M. Cuvier présente des dents de tapir gigantesque déterrées dans l'arrondissement de Saint-Gaudens, par M. Cabuèl, ingénieur des ponts et chaussées.

La Commission, chargée d'examiner les Mémoires de statistique envoyés au concours, fait son rapport. (Le résultat a déjà été publié dans les *Annales*.)

M. Le Roy d'Etiolles lit un Mémoire sur l'Asphyxie.

Séance du lundi 16 juin.

Dans cette séance publique, on a entendu : l'Eloge historique de M. Ramond, par M. Cuvier; l'Eloge historique de M. Charles, par M. Fourier; et un Mémoire physiologique sur le Cerveau, par M. Magendie. L'heure

avancée n'a pas permis à M. Prony de lire le Mémoire qu'il avait rédigé sur les travaux de feu M. Perronnet.

Séance du lundi 23 juin.

Pièces manuscrites reçues dans cette séance : Lettre du Ministre de l'Intérieur concernant un Mémoire de M. Braun, sur la direction des aérostats ; une Lettre de M. Tétard relative à une maladie dont il a été attaqué ; la Description des tuyaux perches servant à mesurer les bases géodésiques, par M. Imbert ; l'Annonce de la découverte d'un liquide lumineux, par M. Kirch.

M. Mathieu, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur un sécateur perspectif de M. Lalanne.

M. Navier rend un compte avantageux d'un Mémoire de M. Corancez, intitulé : *De l'Intégration de quelques équations aux différences partielles, et du mouvement de l'eau dans les vases.*

D'après le rapport d'une autre Commission, l'Académie décide que le Mémoire présenté par M. Foville, sur l'anatomie du cerveau, sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.*

M. Adolphe Brongniart lit un Mémoire intitulé : *Nouvelles Recherches sur le pollen et les granules spermatiques des végétaux.*

Séance du lundi 30 juin.

M. Liouville présente un Mémoire sur les Phénomènes électro-dynamiques, et en particulier sur les actions mutuelles du pôle d'un aimant et d'un fil con-

ducteur ; M. Tinel, auteur d'un ouvrage relatif à l'organisation intellectuelle de l'homme, demande des commissaires.

L'Académie a entendu ensuite dans cette séance :

Une Note de M. Mirbel sur un développement remarquable de la tige du *Calycanthus floridus* ;

Le Mémoire de M. Becquerel, que nous avons déjà imprimé, sur l'Electricité qui se développe quand on frotte deux métaux ;

Un Mémoire de M. Daussy intitulé : *Détermination des positions géographiques de Malte, Milo et Corfou* ;

La fin du Mémoire de M. Villermé sur la Taille moyenne de l'homme en France ;

Un rapport, enfin, de M. Ampère sur un projet d'instrument de M. Nobili, destiné à mesurer l'intensité des courans électriques, et dont nous avons l'intention de nous occuper plus tard.

M. Gay-Lussac a présenté un échantillon de l'outremer fabriqué par M. Guimet, et un nouveau pyrophore formé en calcinant du sulfate de potasse avec le charbon. Ce pyrophore est beaucoup plus inflammable que celui dont les chimistes s'étaient anciennement occupés.

Séance du lundi 7 juillet.

M. Delattre de Rougemont dépose un paquet cacheté, contenant la description d'un moyen nouveau de guérir une maladie grave ; M. Tournal adresse la seconde partie de sa Description géognostique des environs de Narbonne ; le Ministre de la Guerre transmet le rapport qui lui a été fait concernant la chute de la foudre sur

le magasin à poudre de Bayonne; M. de Russel d'Inval demande qu'on examine les procédés qu'il a imaginés pour faciliter les calculs arithmétiques ; M. Lassis exprime de nouveau son opinion au sujet des maladies épidémiques ; on lit une Lettre dans laquelle le chlorure de chaux est indiqué comme un remède contre la rage ; M. Heltzel annonce qu'il confectionne des bandages propres à maintenir les descentes sans souscuisses ; MM. Chevalier et Langlumé envoient, enfin, leur Mémoire sur la Lithographie.

M. Poisson lit une Note sur le Problême des ondes.

M. Benoiston de Châteauneuf communique un travail manuscrit sur la récolte du blé en France, autrefois et aujourd'hui.

Bromures *d'arsenic et de bismuth, et sur le Bromure d'antimoine.*

Par M. Sérullas.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 22 octobre 1827.)

(Extrait.)

Parmi les métaux qui ont été combinés avec le brôme, on ne voit encore figurer ni l'arsenic ni le bismuth. La combinaison du brôme avec l'antimoine signalée et non décrite par M. Balard, pouvait, il est vrai, faire supposer qu'on obtiendrait un résultat analogue avec les deux métaux que je viens de nommer ; mais une

simple indication n'est pas suffisante dans l'histoire chimique d'un corps auquel un intérêt toujours croissant vient se rattacher. L'existence du brôme se découvre chaque jour dans les eaux salées, et l'on peut croire qu'il deviendra, tôt ou tard, l'objet d'applications plus ou moins importantes ou directement ou par ses composés.

J'ai donc cru qu'il serait utile, non-seulement de faire connaître les nouvelles combinaisons du brôme avec l'arsenic et le bismuth, mais encore de donner quelques détails sur celle qui n'a été que nommée, celle de ce nouveau corps avec l'antimoine.

Bromure d'arsenic.

Aussitôt que l'arsenic est en contact avec le brôme, il brûle avec une vive lumière et un grand développement de chaleur, d'où résultent d'abondantes vapeurs et un liquide presqu'incolore, transparent, qui, par le refroidissement, se solidifie sous formes de longues aiguilles.

Pour obtenir ce nouveau composé et l'avoir séparément, on introduit dans une petite cornue tubulée une quantité quelconque de brôme, et l'on verse dessus, par la tubulure, de l'arsenic sec pulvérisé, en petite quantité à-la-fois, pour éviter une trop grande élévation de température ; on ajoute de l'arsenic jusqu'à ce qu'il cesse de s'enflammer ; il est alors en excès : à chaque introduction il faut agiter doucement la cornue, et l'on voit la combustion du métal s'opérer comme celle du potassium sur l'eau, d'une manière tout aussi curieuse.

La combinaison étant accomplie, le bromure d'arsenic, resté liquide en raison de la chaleur produite, occupe le fond de la cornue; on adapte à son col, qu'on incline légèrement, un récipient en verre ou directement le flacon dans lequel on se propose de conserver le produit. On chauffe jusqu'à ébullition; le bromure d'arsenic distille et coule dans le récipient.

Le bromure d'arsenic est solide à 20+0; il se liquéfie de 20 à 25; en sorte qu'au moyen d'une légère chaleur on lui rend sa fluidité pour le faire passer au besoin d'un vase dans un autre. Il bout et se volatilise à 220°: liquide, il est parfaitement transparent, très-légèrement citrin; il cristallise par le refroidissement en longs prismes; il attire l'humidité de l'air, et n'y répand que de très-légères vapeurs quand on l'y expose à l'état liquide.

Au contact de l'eau, le bromure d'arsenic la décompose tout-à-coup; précipité d'oxide d'arsenic, et formation d'acide hydro-bromique; le premier, restant uni à un peu de bromure, constituant un oxi-bromure; et l'autre retenant un peu d'oxide d'arsenic qui, en raison de sa solubilité, ne peut être separé par l'addition d'eau, comme pour les oxi-bromures dont les oxides sont insolubles.

L'analogie qui existe entre les chlorures, les iodures et les bromures pouvait autoriser à établir de suite, sans autre examen, avec presque certitnde, la composition du bromure d'arsenic; mais j'ai voulu m'en assurer par l'expérience.

Il a été versé dans une dissolution complète de bromure d'arsenic, dont la quantité était connue, de l'hy-

drogène sulfuré en excès ; après avoir fait chauffer, on a filtré et lavé pour enlever exactement tout l'acide hydro-bromique. Ces eaux de lavage, réunies à la première portion, ont été traitées par le nitrate d'argent ; le bromure d'argent qui en est résulté, étant lavé à l'acide nitrique faible, puis à l'eau et desséché, a représenté, sa composition étant connue, la quantité de brome. Ce résultat a été confirmé en saturant une autre portion de l'acide hydro-bromique par la potasse pour former du bromure de potassium dont on a constaté la quantité.

D'un autre côté, le sulfure d'arsenic resté sur le filtre a été dissout dans l'ammoniaque faible et filtré avec lavage pour séparer le soufre qui aurait pu s'y trouver ; l'ammoniaque étant expulsée par une très-douce chaleur, le sulfure restant, correspondant dans sa composition à l'oxide blanc d'arsenic, après avoir été chauffé fortement, a fait connaître, par son poids, la quantité d'arsenic. Il n'y a pas eu de soufre dissout dans l'ammoniaque, ni formation d'hydro-sulfate d'ammoniaque. Toutefois, dans la crainte de quelque erreur, on a procédé à l'évaluation de l'arsenic de la manière suivante.

Une autre quantité de bromure d'arsenic a été traitée par l'acide nitrique, mêlé d'acide hydro-chlorique, dans les proportions de deux parties d'acide hydro-chlorique sur quatre parties d'acide nitrique ; chauffé jusqu'au point de la disparition du brome, le résidu d'acide arsenique, desséché avec les précautions convenables pour éviter les pertes, a représenté encore la quantité d'arsenic du bromure.

De ces expériences répétées, la moyenne a donné une très-grande approximation pour pouvoir fixer comme juste la formule atomique du bromure d'arsenic

$$= AS + BR^3.$$

Bromure d'antimoine.

L'antimoine, mis en contact avec le brome, donne lieu aux mêmes phénomènes que l'arsenic. Comme l'arsenic, l'antimoine fond, brûle, s'agite et tourne à la surface du brôme sous forme d'un globule incandescent.

La préparation du bromure d'antimoine s'exécute de la même manière que pour l'autre, en introduisant le brome dans une petite cornue ou dans une cloche courbe de verre, et versant dessus par portions de l'antimoine en poudre, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'inflammation; on distille en adaptant un récipient.

Le bromure d'antimoine étant bien moins fusible et moins volatil que le bromure d'arsenic, le col de la cornue doit être maintenu assez chaud pour empêcher la solidification du produit dans le trajet.

Le bromure d'antimoine reste solide jusqu'à peu près 94+0, il se liquéfie à ce terme, et bout à 270; il est incolore et cristallise en aiguilles; il attire aussi l'humidité quand on l'expose à l'air; il se décompose subitement au contact de l'eau, comme le brômure d'arsenic, d'où résulte, d'un côté, un dépôt d'oxide d'antimoine uni à une certaine quantité de bromure, formant encore un oxi-bromure; et de l'autre, de l'acide hydrobromique pur si la quantité d'eau est assez grande pour

ôter à l'acide sa concentration ; dans le cas contraire, il retient un peu d'oxide d'antimoine.

Les mêmes expériences que pour le bromure d'arsenic ont été faites pour celui-ci, afin de déterminer sa composition; seulement, avant de faire passer le courant d'hydrogène sulfuré, on a eu soin, vu l'insolubilité de l'oxide d'antimoine, d'en opérer la dissolution complète par de l'acide tartrique en excès; d'un côté, la quantité de bromure d'argent, de l'autre, celle du sulfure d'antimoine obtenues ont également confirmé la loi et amené à admettre la formule $SB + BR^3$.

Bromure de bismuth.

Le bismuth s'unit aussi au brome, mais moins facilement que les deux métaux précédens, le seul contact à la température ordinaire, ne suffit pas pour déterminer la combinaison ; il n'y a pas production de chaleur, sauf le cas où le bismuth ne serait pas pur, et qu'il contiendrait, comme il contient presque toujours, de l'arsenic ; alors il y a combustion proportionnellement à la quantité de ce dernier.

Pour obtenir la combinaison du bismuth et du brome, il faut chauffer ce métal en poudre avec un grand excès de brome dans un long tube, des vapeurs jaunâtres se manifestent et se condensent sur les parois du tube ; elles paraissent être un bromure de bismuth contenant plus de brome, et il reste au fond du tube un autre bromure couleur gris d'acier, ayant l'aspect de l'iode fondu en masse.

Le bromure de bismuth entre en fusion à environ

200 degrés; il est alors d'une couleur rouge-hyacinthe, et il reprend, par le refroidissement et sa solidification, sa couleur grise; il entre en ébullition à une chaleur voisine du rouge-brun.

Exposé à l'air, il en attire promptement l'humidité, et il passe successivement à une couleur d'un beau jaune de soufre.

Au contact de l'eau, le bromure de bismuth se sépare comme les autres, si l'eau est en très-grande quantité, en acide hydro-bromique pur, et en oxi-bromure de bismuth qui se précipite.

La couleur jaune sous laquelle il se montre lorsqu'il est exposé à l'air ou très-légèrement humecté, pouvait faire croire que ce changement était dû à la décomposition de la petite quantité d'eau qui donnait naissance d'une manière indépendante, à de l'acide hydro-bromique et à de l'oxide de bismuth caractérisé par sa couleur jaune; mais on doit le considérer dans cet état jaune comme un hydrate de bromure de bismuth; l'hydrate d'oxide de bismuth, comme on sait, étant blanc.

On peut encore obtenir le bromure de bismuth en mêlant exactement au bismuth ou en faisant un alliage $\frac{1}{4}$ de son poids d'arsenic, le projetant ensuite après l'avoir pulvérisé, sur le brome contenu dans un tube, l'élévation de température produite par la combustion de l'arsenic, détermine en même temps la formation du bromure de bismuth; en chauffant on distille le bromure d'arsenic que l'on reçoit dans un récipient, et le bromure de bismuth extrêmement peu volatil reste; on le retire en brisant le tube.

Observation sur les Oxi-bromures.

Les oxi-bromures, les oxi-iodures d'arsenic, d'antimoine et l'oxi-chlorure de ce dernier métal, sont susceptibles d'abandonner entièrement par des lavages réitérés à l'eau, le brome, l'iode et le chlore qu'ils contiennent, même les bromures et les iodures d'arsenic en employant de petites quantités d'eau à la fois, ou mieux de l'alcool pour ces derniers, vu la solubilité de l'oxide d'arsenic.

Ces composés, quoique desséchés au point d'un commencement de décomposition, étant chauffés plus fortement dans un tube, donnent encore de l'eau, de l'oxide, du bromure ou de l'iodure. La couleur rouge de l'iodure d'arsenic permettant de le distinguer, le phénomène est plus marqué; on voit que sa production est d'autant plus grande que celle de l'eau est elle-même plus considérable.

Ces propriétés pourraient faire supposer que l'eau n'existe pas à l'état d'hydrate dans ces composés, mais que ce sont des sous-hydro-bromates, des sous-hydriodates qui donneraient lieu, par leur exposition à une forte chaleur, à la formation de l'eau et à une quantité de bromure correspondante à la quantité d'oxigène de l'oxide excédant, ce qui rendrait, pour ainsi dire, visible le passage de l'hydriodate à l'état d'iodure.

MM. Gay-Lussac, Thenard et Chevreul, en rendant un compte favorable du Mémoire, ont ajouté, relativement à ce dernier point, que, quoique les faits fussent bien observés, ils n'étaient pas suffisans pour faire changer la façon de voir aujourd'hui généralement adop-

tée sur les oxi-chlorures ; en sorte que cette observation de l'auteur ne resterait que comme un nouvel exemple de la ténacité avec laquelle certains composés peuvent retenir l'eau.

SUR *la Compression de l'eau dans des vases de matières différentes.*

PAR M. ŒRSTED.

(Article communiqué par l'Auteur.)

Parmi les problêmes qui se présentent dans les recherches sur la compressibilité des liquides, celui de déterminer l'influence qu'on doit attribuer sur les résultats à la compressibilité des parois du vase, renfermant le liquide, objet de l'expérience, a été discuté à l'occasion d'une question proposée par l'Académie des Sciences. Cette influence peut être envisagée sous deux points de vue différens. Quelques physiciens ont pensé que les parois du vase sont comprimées dans tous les sens, en sorte que la capacité d'un vase se trouve diminuée par la pression qui lui est communiquée par le liquide comprimé. D'autres ont pensé que cette pression n'a d'autre effet sur le vase que de rendre ses parois plus minces. Dans ce dernier cas, la capacité du vase est un peu augmentée par la pression, mais d'une quantité très-peu considérable. J'ai toujours été de cette dernière opinion. Les raisonnemens qui peuvent être allégués pour l'une ou l'autre de ces opinions sont trop connus pour qu'il faille les répéter ici. Je me bornerai donc à

donner un aperçu des expériences par lesquelles j'ai cherché à décider la question.

J'ai opéré la compression de l'eau dans des vases d'une compressibilité fort différente.

La compressibilité du plomb étant plus de dix-huit fois plus grande que celle du verre, j'ai fait de nouvelles expériences sur la compression de l'eau, renfermée dans une bouteille de plomb, et j'en ai comparé les résultats à ceux que j'avais obtenus en faisant l'expérience sur de l'eau renfermée dans des bouteilles de verre.

MM. Colladon et Sturm, dans leur beau travail sur la compression des liquides, ont d'abord mesuré l'allongement d'une baguette de verre par une certaine traction, et, d'après cette expérience, ils ont fixé la compression longitudinale du verre à onze dix-millionièmes pour la pression d'une atmosphère. Comme ils pensent que les parois du vase, renfermant le liquide, sont comprimées dans tous les sens, ils en infèrent que le vase de verre, dans lequel la compression de l'eau était observée, avait perdu 33 dix-millionièmes de sa capacité pour la pression d'une atmosphère, et qu'il faut ajouter cette quantité à la compression apparente de l'eau, pour avoir la compression véritable.

Selon les expériences de M. Tredgold, rapportées dans son excellent livre sur la force du fer fondu et des autres métaux, une barre de plomb, dont la section transversale est d'un pouce anglais, est allongée de $\frac{1}{480}$ par une traction de 1500 livres anglaises. Un poids égal comprimerait la barre d'une quantité égale. Mais une pression de 1500 livres anglaises sur un pouce

carré anglais, équivaut à la pression de 101,7 atmosphères. Cela fait, pour la pression d'une atmosphère, un raccourcissement longitudinal de 0,00002048. Un calcul, fondé sur le principe admis par MM. Colladon et Sturm, donnera donc, pour la diminution de capacité d'une bouteille de plomb, 0,00006144. Comme la compression de l'eau par une atmosphère, d'après ces deux savans, n'est que de 51 millionièmes, et qu'elle est encore moindre selon mes recherches, ce liquide, dans des vases de plomb, doit offrir une apparence de dilatation, et même en supposant que les expériences de l'habile ingénieur anglais aient donné une quantité trop grande, de plus de moitié, ce que je suis bien loin de penser, l'expérience dont il s'agit ici doit être décisive.

La bouteille de plomb, dont je me suis servi, avait l'ouverture garnie d'un anneau de laiton, dans lequel un bouchon creux de verre, portant un tube bien calibré, s'ajustait parfaitement. Après que l'eau eut été purgée d'air, le bouchon avec son tube fut introduit d'une manière telle qu'aucune bulle d'air ne pût rester au dessous du bouchon, et que l'eau montât dans le tube dont l'ouverture supérieure était couverte d'une petite cloche de figure conique. Il est bien entendu que le tube se trouvait muni d'une échelle. Du reste, j'ai fait l'expérience de la compression de l'eau dans cette bouteille, comme je la fais dans des bouteilles de verre; j'ajouterai même que le tube et le bouchon que j'employai dans ces dernières expériences m'avaient très-souvent servi dans les expériences semblables faites avec une bouteille de verre, à l'ouverture de laquelle ils

avaient également été ajustés. La comparaison des deux séries était donc facile.

Après avoir fait les réductions convenables pour les différences de capacité, je trouvai que la compression apparente était un peu plus grande dans la bouteille de plomb que dans celle de verre. Cette différence ne surpasse pas 2 millionièmes du volume de l'eau pour la pression d'une atmosphère. Ce résultat est parfaitement conforme à l'opinion que je soutiens, et entièrement contraire à celle que je combats.

J'ai fait des expériences analogues avec des bouteilles de laiton et d'étain, et j'en ai obtenu des résultats semblables. Je publierai les détails de toutes mes expériences sur la compression des liquides dans le volume IV des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Copenhague*. Ici je me borne à remarquer qu'il faut bien se garantir, dans les expériences dont je viens de parler, des effets que pourraient produire les bulles d'air qui se forment souvent par le contact prolongé de l'eau avec le métal. Lorsque l'eau a été un jour dans la bouteille de plomb, il y a presque toujours des petites bulles d'air. Je crois aussi avoir observé que l'eau semble éprouver une grande compressibilité lorsqu'elle n'a été que peu de temps en contact avec une surface, soit de verre, soit de métal. Je m'occupe encore d'expériences sur cet objet.

Les expériences qu'on vient de lire sont très-intéressantes, mais est-ce bien par cette voie qu'on doit arriver à la solution d'une difficulté de simple géométrie? Au reste, la contraction cubique du plomb

que l'illustre physicien de Copenhague adopte n'est pas, je crois, bien certaine; il la déduit, en effet, par une règle de proportion, de l'allongement linéaire que le métal éprouve quand on le soumet à une traction déterminée; mais peut-on adopter cette méthode lorsqu'il s'agit d'une substance aussi extensible que le plomb et aussi peu élastique? Quoi qu'il en soit, les doutes d'un homme du mérite de M. Œrsted commandaient un nouvel examen; nous avons donc prié M. Poisson, qui s'est occupé tout récemment de l'étude des changemens de forme dont les corps élastiques sont susceptibles, de vouloir bien examiner si l'opinion adoptée par la Commission de l'Académie, et combattue par le célèbre physicien danois, était exacte. Voici la Note qu'il nous a remise :

Note *sur la Compression d'une sphère.*

Par M. Poisson.

Une sphère creuse, homogène et d'une épaisseur constante, est soumise en dehors et en dedans à des pressions données; on demande de déterminer le changement qu'éprouvent son rayon extérieur et son rayon intérieur.

Avant ce changement, soient a et a' les grandeurs respectives de ces deux rayons, et r la distance d'un point quelconque de la partie pleine au centre de la sphère. Supposons qu'après le changement, cette distance devienne $r+r\varphi$. Appelons h et h' les pressions

extérieure et intérieure, rapportées à l'unité de surface. D'après les équations relatives à l'équilibre des corps élastiques, on aura :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{d^2\varphi}{dr^2}+\frac{4}{r}\,\frac{d\varphi}{dr}=0,\\ &k\left(3r\frac{d\varphi}{dr}+5\varphi\right)+h=0,\\ &k\left(3r\frac{d\varphi}{dr}+5\varphi\right)+h'=0;\end{aligned}\right\}\ (1),$$

le coëfficient k étant une constante qui ne dépend que de la matière et de la température de la sphère. La première de ces trois équations aura lieu pour toutes les valeurs de r, la seconde pour $r=a$ et la troisième pour $r=a'$. En intégrant la première et désignant par b et c les deux constantes arbitraires, il vient :

$$\varphi=c+\frac{b}{r^3};$$

et substituant dans les deux autres cette valeur de φ, on en déduit :

$$c=\frac{h'a'^3-ha^3}{5k(a^3-a'^3)},\quad b=\frac{(h'-h)a^3a'^3}{4k(a^3-a'^3)};$$

par conséquent la valeur de φ sera,

$$\varphi=\frac{1}{5k(a^3-a'^3)}\left[h'a'^3-ha^3+\frac{5(h'-h)a^3a'^3}{4kr^3}\right].$$

Si donc on désigne, après la compression, par A et A' les rayons extérieur et intérieur de la sphère, ou les valeurs de $r+r\varphi$ qui répondent à $r=a$ et $r=a'$, on aura :

$$A = a - \frac{(ha^3 - h'a'^3)a}{5k(a^3 - a'^3)} - \frac{(h - h')aa'^3}{4k(a^3 - a'^3)},$$

$$A' = a' - \frac{(ha^3 - h'a'^3)a'}{5k(a^3 - a'^3)} - \frac{(h - h')a^3a'}{4k(a^3 - a'^3)},$$

pour la solution du problême proposé.

Dans le cas de $h = h'$, ces valeurs de A et A' se réduiront à

$$A = a - \frac{ha}{5k}, \quad A' = a' - \frac{ha'}{5k}.$$

Celle de A sera encore la même, si l'on suppose $a' = 0$; ce qui fait voir qu'une sphère creuse, également pressée en dehors et en dedans, éprouve, toutes choses d'ailleurs égales, la même diminution de rayon $\frac{ha}{5k}$, que si la sphère était entièrement pleine.

Si l'épaisseur $a - a'$ est très-petite, qu'on la représente par α, et par β le rayon moyen $\frac{1}{2}(a + a')$, on aura, à très-peu près :

$$\tfrac{1}{2}(A + A') = \beta - \frac{3(h - h')\beta^2}{20k\alpha} - \frac{(h + h')\beta}{10k},$$

$$A - A' = \alpha + \frac{(h - h')\beta}{10k},$$

pour le rayon moyen et l'épaisseur après la compression.

Pour se servir de ces différentes formules, il faudra connaître la valeur de k relative à la matière et à la température de la sphère. On la conclura de l'allongement observé d'un fil vertical de la même nature, attaché par un bout à un point fixe, et chargé d'un poids donné à son extrémité inférieure. Soit γ cet allongement, l la longueur primitive du fil, ω l'aire de la section perpendiculaire à son axe, p le poids dont il est chargé, et p'

son propre poids ; d'après les conditions d'équilibre des corps élastiques, on aura :

$$k = \frac{2l}{5\gamma\omega}(p + \tfrac{1}{2}p'). \qquad (2)$$

Supposons actuellement que la sphère intérieure dont le rayon est a' soit remplie d'un liquide ou d'une autre matière homogène, différente de celle de la couche extérieure, dont l'épaisseur est α. Appelons k' la constante analogue à k, et relative à la matière de cette sphère. Soit φ' ce que devient φ pour ses différens points ; c'est-à-dire pour les valeurs de r moindres que a'. La première équation (1), s'appliquant aux deux parties du corps que nous considérons, nous aurons d'abord :

$$\varphi = c + \frac{b}{r^3}, \quad \varphi' = c' + \frac{b'}{r^3},$$

b, c, b', c', étant des constantes arbitraires. Mais pour que la quantité φ' ne devienne pas infinie au centre de ce corps, il faudra qu'on ait $b' = 0$; de plus, à la jonction de ces deux parties, qui répond à $r = a'$, on devra avoir $\varphi = \varphi'$; d'où l'on conclut :

$$c' = c + \frac{b}{a'^3}.$$

La seconde des équations (1), relative à la surface extérieure, subsistera toujours, et il en résultera :

$$h + k\left(5c - \frac{4b}{a^3}\right) = 0.$$

La troisième sera remplacée par celle-ci :

$$k\left(3r\frac{d\varphi}{dr} + 5\varphi\right) = k'\left(3r\frac{d\varphi'}{dr} + 5\varphi'\right),$$

qui aura lieu pour $r = a'$, et donnera :

$$k\left(5c-\frac{4b}{a'^3}\right)=5k'\left(c+\frac{b}{a'^3}\right).$$

De ces équations on tire :

$$b=\frac{h(k'-k)a^3a'^3}{kD}, \quad c=-\frac{h(4k+5k')a^3}{5kD},$$

en faisant, pour abréger,

$$k'(5a^3+4a'^3)+4k(a^3-a'^3)=D.$$

Nous aurons, par conséquent,

$$\varphi=-\frac{h(4k+5k')a^3}{5kD}+\frac{h(k'-k)a^3a'^3}{kDr^3},$$

$$\varphi'=-\frac{9ha^3}{5D};$$

et les deux rayons A et A' de la couche extérieure, après la compression, seront :

$$A=a-\frac{h(4k+5k')a^4}{5kD}+\frac{h(k'-k)aa'^3}{kD},$$

$$A'=a'-\frac{9ha^3a'}{5D}.$$

Si la pression h était appliquée immédiatement à la surface de la sphère intérieure, la diminution de son rayon serait $\frac{ha'}{5k'}$, au lieu de $\frac{9ha^3a'}{5D}$; l'interposition d'une enveloppe solide, homogène et d'une épaisseur constante, change donc la compression de cette sphère dans le rapport de $9k'a^3$ à D; et d'après la valeur de D, il est aisé de voir que cette compression est augmentée ou diminuée, selon qu'on a $k'>$ ou $<k$, c'est-à-dire, selon que la matière de la sphère, solide ou liquide, est moins compressible ou plus compressible que celle de l'en-

veloppe solide. L'effet dépend d'ailleurs de l'épaisseur de l'enveloppe, et devient insensible quand cette épaisseur est rendue suffisamment petite par rapport au rayon a'. Il est le plus grand quand a' est très-petit par rapport à a, et k' très-grand par rapport à k; et alors la compression de la petite sphère intérieure est augmentée des quatre cinquièmes à très-peu près par l'addition de l'enveloppe extérieure.

Les équations (1) et (2) que j'ai employées dans cette Note sont extraites du Mémoire sur l'équilibre des corps élastiques dont il a été rendu compte dans ce Journal (tome XXXVII, page 337).

J'ajouterai encore la proposition suivante, qui est aussi démontrée dans ce Mémoire :

Si une pression s'exerce sur toute la surface d'un corps homogène de forme quelconque, et qu'elle produise une contraction linéaire représentée par la fraction δ, la même pression appliquée seulement aux extrémités d'une barre de la même matière, dont le rayon est très-petit et la surface latérale entièrement libre, produira une contraction double ou égale à 2δ dans le sens de la longueur. Il en résulte que la diminution de capacité d'une bouteille de plomb, calculée d'après la contraction d'une barre du même métal, n'est que moitié de celle que M. Œrsted a citée dans l'article précédent.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Juillet* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	754,73	+24,0	69	754,74	+27,0	58	754,65	+25,5	60	755,20	+20,0	89	+27,0	+17,2	Très-nuageux.	O. N. O.
2	755,82	+25,3	69	755,53	+26,9	64	755,06	+26,3	62	755,20	+20,5	82	+26,9	+17,0	Quelq. pet. éclaire	S. O.
3	756,20	+28,5	65	755,32	+31,2	63	754,31	+28,7	60	753,23	+25,7	62	+31,2	+17,2	Nuageux.	S. O.
4	753,78	+28,8	58	754,02	+30,0	58	753,90	+29,8	60	753,81	+23,8	70	+30,0	+19,3	Beau.	S. S. O.
5	753,95	+29,7	65	754,05	+22,7	75	752,83	+24,2	78	753,10	+20,5	90	+29,7	+18,5	Pluie, tonnerre.	O.
6	755,06	+22,8	68	754,80	+26,3	63	754,30	+24,5	62	754,57	+19,2	80	+26,3	+17,8	Quelq. pet. éclairc.	S.
7	754,00	+25,5	62	753,02	+27,5	60	751,17	+28,0	56	749,23	+23,4	70	+28,5	+15,0	Eclaircies.	S. S. E.
8	748,90	+25,8	65	747,37	+28,1	65	746,75	+21,8	75	746,70	+17,1	88	+28,1	+16,9	Nuageux.	S. E.
9	747,76	+24,2	70	747,60	+24,5	65	747,56	+22,7	70	749,78	+16,7	85	+24,5	+16,2	Eclaircies.	S.
10	752,14	+16,3	90	753,68	+19,8	80	754,58	+22,3	70	757,00	+16,9	81	+22,3	+15,0	Couvert.	O.
11	758,26	+21,0	76	757,36	+23,0	75	755,86	+24,6	64	752,24	+19,2	8[illegible]	+24,6	+15,2	Couvert.	S. O.
12	746,06	+15,8	85	746,36	+18,8	86	747,33	+18,8	78	748,05	+14,8	84	+18,8	+13,4	Pluie par intervalles.	O. S. O.
13	748,56	+19,2	69	748,72	+21,0	66	749,00	+19,0	71	749,70	+16,3	80	+21,0	+12,0	Eclaircies.	S. O.
14	749,60	+20,5	65	749,50	+14,0	82	747,04	+13,9	89	746,00	+11,5	90	+20,5	+11,5	Pluie abondante.	S. O.
15	749,80	+18,1	71	749,86	+18,1	74	749,44	+16,0	85	749,32	+15,1	88	+18,1	+10,2	Très-nuageux.	S O
16	749,94	+20,0	75	751,00	+21,8	70	751,83	+22,0	65	752,73	+16,8	78	+22,0	+13,0	Très-nuageux.	O. S. O.
17	752,34	+16,7	89	752,10	+22,5	80	751,63	+23,7	66	750,75	+18,5	82	+23,7	+14,0	Quelques éclaircies.	S. S. O.
18	746,93	+22,1	71	746,38	+25,3	69	745,22	+27,9	65	746,43	+20,5	70	+27,9	+15,8	Nuageux.	S.
19	748,36	+19,5	69	748,80	+21,5	65	748,58	+22,5	60	748,13	+16,7	75	+22,5	+14,5	Nuageux.	O.
20	742,55	+18,5	88	741,90	+20,7	70	743,04	+16,0	78	746,05	+16,7	80	+21,3	+15,5	Quelq. petit. éclairc.	S. S. O. fort.
21	749,02	+20,0	70	748,75	+21,7	64	747,44	+23,2	60	746,62	+17,5	78	+23,2	+14,0	Très-nuageux.	S.
22	749,70	+19,5	69	749,90	+21,3	70	750,30	+22,3	60	751,20	+17,3	76	+22,3	+14,5	Très-nuageux.	S. O
23	752,43	+18,7	78	752,27	+21,0	60	751,40	+21,5	69	750,32	+18,0	89	+21,5	+14,5	Couvert.	S. O.
24	750,30	+19,3	89	750,26	+23,3	72	749,40	+23,8	73	748,34	+19,3	89	+23,8	+17,3	Couvert.	S. O.
25	748,94	+22,5	66	749,53	+23,0	59	749,57	+23,7	57	750,65	+18,5	73	+23,7	+16,8	Nuageux.	O.
26	752,94	+19,4	80	753,16	+23,5	64	752,80	+20,0	68	753,10	+15,5	80	+23,5	+14,0	Couvert.	S. O.
27	753,14	+20,2	66	752,90	+23,7	60	752,40	+21,2	62	753,00	+16,0	88	+23,7	+13,2	Très-nuageux.	S. O.
28	754,77	+18,0	87	754,78	+19,5	67	754,67	+19,3	68	755,00	+14,0	88	+19,5	+12,8	Très petites éclaire.	N.
29	754,24	+18,7	64	753,87	+19,2	62	754,00	+15,2	73	753,96	+13,0	84	+19,2	+10,9	Pluie.	O.
30	755,05	+15,8	66	755,36	+17,8	61	756,40	+18,3	58	756,20	+12,5	71	+18,3	+10,0	Nuageux.	O.
31	757,54	+19,0	65	757,50	+19,2	59	757,09	+20,1	54	757,13	+15,2	63	+20,1	+ 8,0	Nuageux.	O.
1	753,23	+25,1	68	753,01	+26,4	65	752,51	+25,4	65	752,78	+20,4	80	+27,5	+17,0	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	749,24	+19,1	76	749,20	+19,7	74	748,90	+20,4	72	748,94	+16,6	81	+22,0	+13,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 9,815
3	752,55	+19,2	73	752,57	+21,2	63	752,22	+20,7	64	751,32	+16,1	79	+21,7	+13,3	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 9,610
	751,72	+21,1	72	751,62	+22,7	67	751,24	+22,1	67	751,38	+17,6	80	+23,5	+14,6	Moyennes du mois, + 19,1.	

MÉMOIRE *sur la Perte de tension qu'éprouvent les appareils voltaïques quand on tient le circuit fermé, et sur la manière dont ils recouvrent leur tension primitive quand on suspend la communication entre leurs pôles.*

Par le Dr MARIANINI,
Professeur de physique à Venise (1).

LE cuivre et beaucoup d'autres électro-moteurs de première classe, quand ils ont perdu une partie de leur faculté électro-motrice pour avoir été traversés par un courant, étant accouplés au zinc, recouvrent leur première énergie si on les détache pour quelques instans du circuit dont ils faisaient partie. Ayant observé ce fait, dont j'ai déjà (2) parlé ailleurs, je fus naturellement conduit à croire que puisque ces électro-moteurs présentaient encore le même phénomène, alors qu'ils étaient destinés à faire circuler le courant produit par des appareils composés, ces derniers appareils devaient perdre une portion de leur énergie, quand on tenait leurs pôles en communication, et devaient ensuite la recouvrer quand on laissait le circuit interrompu pendant quelque temps. L'expérience n'a point démenti cette induction.

Un appareil à couronne de tasses de 40 couples,

---

(1) Extrait du tome premier des *Exercices scientifiques et littéraires de l'Athénée de Venise.*

(2) *Essai d'exp. élect.*, § 66, 67, 101 et 110.

cuivre et zinc, séparés par de l'eau de mer, donnait une secousse qui était fortement sentie jusqu'à la troisième phalange des doigts plongés dans les deux tasses extérieures. Le circuit étant ensuite fermé avec un arc de plomb et laissé ainsi pendant dix minutes, l'appareil s'affaiblissait tellement que, l'arc enlevé et les doigts immédiatement posés à sa place, on n'éprouvait pas la moindre secousse ; mais en répétant souvent l'immersion des doigts, on ne tarda pas à ressentir quelques légères secousses, qui augmentaient successivement, jusqu'à ce qu'après quatre ou cinq minutes elles fussent aussi fortes que dans le principe. Je fermai de nouveau le circuit avec l'arc métallique pendant dix minutes, et les secousses cessèrent encore de se faire sentir ; mais elles reparurent avec toute leur intensité, le courant ayant été interrompu pendant quelques minutes, et jamais ces alternatives ne cessèrent d'avoir lieu quoique j'aie répété ces expériences pendant plusieurs heures.

D'après ce fait, j'imaginai qu'il serait utile de faire agir alternativement différens électro-moteurs quand il s'agit de tenir une substance soumise à un courant électrique pendant long-temps ; mais pour ne pas agir au hasard en poursuivant mes expériences, je crus devoir étudier le phénomène en lui-même, et avant tout, je me mis à rechercher s'il avait déjà été le sujet d'études particulières ; mais je n'ai rien trouvé, sinon qu'il fut indiqué en passant par Ritter et les professeurs Configliachi et Brugnatelli. Le physicien de Jena, dans son célèbre ouvrage sur les piles secondaires, dit que l'appareil voltaïque, en chargeant ces piles, perd une portion de sa tension électrique, qu'il reprend ensuite de

lui-même (1); et les physiciens de Pavie disent qu'il est utile de laisser reposer les piles voltaïques quand elles ont servi pendant quelque temps, parce qu'on laisse ainsi se détruire les piles secondaires qui, pendant l'action principale, se forment dans l'appareil même, et qui, par leurs actions contraires, affaiblissent la tension (2).

Les nombreux ouvrages que j'ai consultés à ce sujet ne m'ayant fourni d'autres renseignemens que ceux que je viens de citer, j'ai pensé devoir entreprendre une série d'expériences dirigées de manière à déterminer, 1° la perte de tension qu'éprouvent les électro-moteurs ordinaires dans diverses circonstances, quand le circuit est fermé pendant quelque temps; 2° le temps que les mêmes électro-moteurs emploient à regagner la tension qu'ils avaient perdue par l'action du circuit. L'exposition des expériences dirigées vers ce double but, et des conséquences qui s'y rattachent, formera le sujet des deux premières parties de ce Mémoire. Mais les appareils électro-moteurs perdent de leur énergie, même sans que leurs pôles soient mis en communication. J'ai, en conséquence, entrepris quelques essais pour rechercher la cause de cet affaiblissement spontané des électro-moteurs; ils feront le sujet de la troisième section.

---

(1) Voyez le *Journal de Physique et d'Histoire naturelle*, tome LVII, page 355.

(2) Voyez le Mémoire sur les Conducteurs uni-polaires et bi-polaires des professeurs P. Configliachi et L. Brugnatelli, dans le *Journal de Physique, de Chimie, etc.* de Pavie, année 1808, à la page 352.

Vient ensuite l'exposition de quelques expériences relatives aux mêmes phénomènes, considérés dans des électro-moteurs de nature diverse ; je terminerai en indiquant quelques applications générales auxquelles, ce me semble, peuvent donner lieu les résultats qui ressortent de mes expériences.

PREMIÈRE PARTIE.

De la perte de tension éprouvée par les appareils électro-moteurs ordinaires quand le circuit est fermé pendant quelque temps.

1. Un électro-moteur à couronne de tasses de huit couples de cuivre et de zinc, dont les plaques, neuves sans être polies, présentaient une surface active d'environ 3 centimètres carrés, et dont le liquide conducteur était de l'eau de puits, tenant en dissolution la huitième partie de son poids d'hydro-chlorate de soude, produisait une tension de 11 degrés à un électro-mètre de Volta à pailles légères, auquel était appliqué un condensateur très-sensible. Je mis en communication les pôles de l'appareil en plongeant dans les deux tasses extrêmes les deux bouts d'un arc métallique fait d'un fil de laiton d'environ deux millimètres de grosseur. Après avoir laissé le circuit fermé pendant une minute, j'enlevai l'arc, je cherchai immédiatement la tension par le moyen des deux instrumens ci-dessus indiqués, et je la trouvai de 7 degrés. Dès que l'électromoteur eut repris sa première force, je fermai de nouveau le circuit, et après deux minutes, je trouvai la tension réduite à 6 degrés. Quand la tension de l'ap-

pareil fut revenue à 11 degrés (1), je fermai le circuit, et ayant mesuré de nouveau la tension, après 3 minutes, je la trouvai de 5 degrés; enfin le circuit, fermé pendant 5 minutes, la tension se réduisit à 4 degrés.

Les résultats d'une autre série d'expériences faites avec un appareil semblable au précédent, donnèrent les résultats suivans :

Tension de l'appareil avant de fermer le circuit		12 degrés.
Le circuit fermé pendant	5″	$9\frac{1}{2}$
	10	$8\frac{1}{2}$
	30	8 à peine.
	1′	7
	2	6
	5	5
	10	4
	15	4 à peine.
	20	
	30	
	40	
	60	

Il résulte de ces expériences, 1° que la diminution de la tension de l'appareil électro-moteur est rapide dans les premiers momens qui suivent celui où le circuit a été fermé, et que dans ceux qui succèdent, cette dimi-

(1) Remarquons une fois pour toute que là où il n'est pas dit expressément le contraire, on doit entendre qu'à chaque épreuve on a attendu que l'appareil eût repris la tension avec laquelle on avait commencé la série des expériences.

nution va toujours en se ralentissant; 2° qu'il y a une limite au-delà de laquelle la tension électrique ne diminue plus quelque long que soit le temps depuis lequel le circuit est fermé.

On doit cependant remarquer que si le circuit était fermé pendant plusieurs heures, la perte de tension augmenterait encore un peu; mais, dans ce cas, l'appareil n'est plus, comme dans le principe, à plaques neuves, et comme nous le verrons au § 16, les électromoteurs à plaques usées se comportent autrement que que ceux à plaques neuves.

2. Si la cause des pertes de tension qu'éprouve l'appareil voltaïque consiste, comme cela est en effet, dans les altérations des pouvoirs électro-moteurs relatifs que le courant électrique produit dans les plaques (1), il est clair que toutes les fois que le courant devient plus ou moins énergique, les pertes de tension qui auront lieu, le circuit étant fermé pendant un temps donné, devront également varier. La force des courans électriques est altérée quand on fait varier ou le nombre des couples de l'électro-moteur, ou la conductibilité du liquide interposé entre elles, ou celle de l'arc avec lequel on établit la communication entre les pôles. Avec deux appareils voltaïques, un de seize couples, l'autre de vingt-quatre entièrement semblables du reste à celui que l'on a décrit plus haut, une série d'expériences analogues aux précédentes donna les résultats suivans:

---

(1) Voyez le § 11 du Mémoire sur les Piles secondaires, inséré dans le *Journal de Physique, etc. de Pavie*, année 1826.

Appareil à 16 couples.

		Tension.
Avant de fermer le circuit......		22°
Le circuit fermé pendant...	5″	15
	10	13
	30	12
	1′	10 ½
	2	9
	3	8 environ.
	5	7
	10	6 ½
	20	6 forts.
	30 }	
	40 }...	6 à peine.
	60 }	

Appareil à 24 couples.

		Tension.
Avant de fermer le circuit......		33°
Le circuit fermé pendant...	5″	20 environ.
	30	15 environ.
	1′	14
	3	11
	5	9
	10	8 faible.
	20	7 ½
	30	7
	60	6 environ.
	90 }	5 ½
	120 }	

En comparant ces résultats entre eux ou avec ceux du paragraphe antécédent, on voit que plus le nombre des couples d'un appareil est grand, plus est grande la perte de tension qu'il éprouve dans un temps donné, et plus tard elle arrive à cette limite au-delà de laquelle elle ne diminue plus, quelle que soit la longueur du temps pendant lequel le circuit reste fermé.

3. Deux électro-moteurs de huit couples semblables à celui du § 1 furent mis en action, l'un avec de l'eau distillée et l'autre avec de l'eau de pluie, tenant en dissolution le quart de son poids d'hydro-chlorate de soude. Voici les résultats qu'ils ont donné :

Appareil à eau distillée.

		Tension.
Avant de fermer le circuit.....		12°
Fermé pendant..........	30″	11 faibles.
	1′	10
	3	9
	6	8
	12	7
	20	7
	30	7
	60	7

Appareil avec l'eau tenant en dissolution $\frac{1}{4}$ de son poids d'hydro-chlorate de soude.

		Tension.
Avant d'avoir fermé le circuit...		12°
Fermé pendant..........	30″	$8\frac{1}{2}$
	1′	7
	3	6
	6	4
	15	$3\frac{1}{2}$
	30	3
	60	3

De la comparaison de ces expériences, on déduit que quand le liquide est plus conducteur, 1° la perte de tension que l'on obtient en laissant le circuit fermé est plus rapide; 2° que l'on parvient plus tard à cette limite au-delà de laquelle la tension ne diminue plus, quel que soit le temps pendant lequel on tient les pôles en communication; 3° la perte que l'appareil éprouve avant d'atteindre cette limite, est plus grande.

4. Les résultats obtenus en faisant varier la conductibilité de l'arc au moyen duquel on établit la communication entre les pôles de l'électro-moteur, ont été analogues à ceux que l'on avait trouvés, en faisant varier la conductibilité du liquide mis entre les couples.

5. Maintenant on pourrait se demander par quelle raison, quand le courant électrique est rendu moins énergique par le défaut de conductibilité du liquide, la tension de l'appareil cesse aussi promptement de diminuer. Serait-ce parce qu'un courant produit par une tension de 7 degrés (c'est la limite observée pour l'appareil électro-moteur à l'eau distillée) n'aurait plus la force de diminuer cette même tension lorsque le liquide est peu conducteur? L'expérience a montré le contraire. En effet, je préparai un appareil de 5 couples seulement, avec de l'eau distillée; sa tension n'atteignait pas même 7 degrés; je tins le circuit fermé pendant deux minutes, la tension se réduisit à 5 degrés environ.

L'on ne peut pas objecter que dans cette expérience, quoique le courant électrique ne fût produit que par une tension de 7 degrés, il était plus énergique que celui de l'appareil de huit couples,

réduit précisément à la même tension, parce qu'il y a dans ce dernier un plus grand nombre d'alternatives de conducteurs humides et métalliques : en effet je disposai un appareil de 8 couples, dont 5 seulement étaient actifs, c'est-à-dire de cuivre et de zinc, tandis que les autres étaient sans action, comme étant formés de simples lames de cuivre; je fermai le circuit pendant deux minutes, et la tension qui était d'abord d'environ 7°, se réduisit à 5° $\frac{1}{2}$. D'après de tels essais, je crois être parvenu à donner une explication satisfaisante de ce phénomène; mais elle dépend de quelques considérations qui se rattachent à la partie suivante; nous la trouverons au § 12.

DEUXIÈME PARTIE.

Sur le temps que les Electro-moteurs emploient à recouvrir la tension qu'ils ont perdue par l'action du circuit électrique.

6. L'ordre que j'ai suivi en rendant compte des expériences relatives à la première partie, je le suivrai encore dans la description de celles que j'ai entreprises pour reconnaître suivant quelle loi les appareils voltaïques reprennent leur tension primitive.

Un appareil à couronne de tasses de huit couples neufs, semblable en tout à celui du § 1, dont la tension était de 12 degrés, fut fermé pendant une minute seulement, et la tension se réduisit à 7 degrés. Ayant mesuré la tension une demi-minute après avoir rompu le circuit, je la trouvai d'environ 9 degrés; après 1′, je la trouvai de 10°; après 2′, de 11° $\frac{1}{2}$, et enfin après 2′ $\frac{1}{2}$ elle avait repris sa première valeur de 12°.

Le même appareil, fermé pendant 5 minutes, présenta les résultats suivans :

Un moment après que le circuit eut été interrompu, la tension était de........................ 5°

Après 30″........................... $7\frac{1}{2}$

1′........................... $8\frac{1}{2}$

3........................... $10\frac{1}{2}$

$5\frac{1}{2}$ environ........................ 12.

Le même appareil resta fermé pendant un quart d'heure; le circuit venant à peine d'être ouvert, la tension fut de........................ 4° faibles.

Après 1′........................ $7\frac{1}{2}$

2........................ $8\frac{1}{2}$

7 environ........................ 12.

D'après ces expériences, on voit 1° que les accroissemens de tension recouvrés par l'électro-moteur sont bien plus grands dans les premiers instans où le circuit vient d'être rompu, qu'ils ne le sont dans les instans suivans ; de la même manière que la perte de tension est grande dans les premiers instans où le circuit vient d'être fermé, et très-petite en comparaison dans les instans qui suivent; 2° qu'en général, le temps nécessaire pour que la tension primitive se reproduise, est d'autant plus grand, que le circuit est resté plus long-temps fermé.

7. Dans le but de savoir quel rapport il y a entre le temps pendant lequel le circuit est fermé et celui que l'électro-moteur emploie à recouvrer la tension perdue, je fis un grand nombre d'expériences avec un appareil à couronne de tasses de huit couples. Les principaux résultats obtenus sont les suivans :

Temps pendant lequel le circuit a été fermé.	Temps que l'appareil a employé à recouvrer sa tension primitive.
5"...............	1'
30...............	2 faibles.
1'...............	2 $\frac{1}{2}$
3...............	3 $\frac{1}{2}$
5...............	5 environ.
8...............	6 $\frac{1}{2}$ environ.
15 } 30 }.............	7.

D'après ces expériences, on voit que le rapport qui existe entre le temps pendant lequel le circuit reste fermé et celui que l'électro-moteur emploie à reprendre sa tension, varie de la manière suivante. Quand le temps pendant lequel le circuit a été fermé est court, on remarque que le temps nécessaire pour rendre la tension perdue est proportionnellement beaucoup plus long; mais le rapport entre le second temps et le premier va en diminuant à mesure que celui-ci augmente, et cela jusqu'au moment où les deux temps deviennent égaux; après quoi le temps nécessaire pour le retour de la tension est moindre que celui employé pour la perte, et enfin quand la perte de tension a acquis son *maximum*, le temps nécessaire pour que l'appareil reprenne sa tension primitive, devient constant.

8. Pour déterminer comment varie le temps nécessaire au retour de la tension perdue quand le nombre des couples varie dans l'électro-moteur, j'ai fait plusieurs expériences : il suffira d'indiquer ici les suivantes :

Appareil de huit couples, dont la tension était de 12°.

a) Le circuit fermé pendant une minute.

A peine fut-il ouvert que la tension devint de 7°
Après 0'. 30″........................ 10 environ.
1 . 30 11
2 . 30 12

b) Fermé pendant deux minutes.

A peine ouvert.................... 6 $\frac{1}{2}$
Après 0'. 30″.................. 9
1 .... 10 $\frac{1}{2}$
2 11
3'. 30″.................... 12.

c) Fermé pendant trois minutes.

A peine ouvert.................... 5 $\frac{1}{2}$
Après 0'. 30″.................. 8
1 9
3 .... 10 $\frac{1}{2}$
5 environ.................. 12.

Appareil de douze couples.

Tension primitive.................... 18°.

a) Le circuit fermé pendant une minute.

A peine ouvert....................... 10
Après 0'. 30″.................... 14
1 15
3'. 30″ environ............ 18.

b) Le circuit fermé pendant deux minutes.

A peine ouvert......................	8° $\frac{1}{2}$
Après 0'. 30"...................	12
1	15
2	16
4'. 30".....................	18.

c) Le circuit fermé pendant trois minutes.

A peine ouvert......................	6°
Après 0'. 30"...................	11
1	13
3	15
7'. 30" environ...............	18.

Ces expériences montrent, 1° qu'à mesure que le nombre de couples de l'électro-moteur est plus grand, le temps nécessaire pour que l'appareil recouvre la tension qu'il avait perdue dans un temps donné, est aussi plus grand ; 2° que le temps employé par un électro-moteur à recouvrer un nombre donné de degrés de tension, est moindre dans un appareil composé d'un plus grand nombre de couples, et plus long dans un appareil composé d'un moindre nombre de couples.

Deux électro-moteurs de huit couples furent chargés, l'un avec de l'eau distillée et l'autre avec de l'eau de puits tenant en dissolution $\frac{1}{4}$ de son poids d'hydro-chlorate de soude. Le premier de ces appareils, celui à eau distillée, dont la tension était de 11°, ayant été fermé pendant six minutes, cette tension se réduisit à huit degrés, et reprit sa valeur primitive trois minutes après que le circuit eut été ouvert.

La tension de l'appareil à eau salée, qui était aussi de 11°, fut réduite à 8 lorsqu'on tint le circuit fermé pendant une demi-minute, et redevint de 11° deux minutes environ, après que la communication eût été interrompue entre les pôles.

Dans une autre expérience, le circuit à eau distillée ayant été fermé pendant un quart d'heure, sa tension se réduisit à 7°, et, après quatre minutes, redevint de 11°, comme elle était dans le principe. Le circuit à eau salée fut aussi réduit à 7° de tension après avoir été fermé pendant une minute, et reprit ses 11° quand on le tint ouvert pendant deux minutes et demie.

La conséquence la plus importante qui ressort de la comparaison de ces expériences, c'est que là où le liquide qui sépare les couples est plus conducteur, toutes choses égales d'ailleurs, le temps employé pour recouvrer la tension perdue est moins long.

Il sera bon de remarquer que l'augmentation de la conductibilité du liquide ne diminue pas le temps nécessaire au retour de la tension autant qu'elle diminue celui que l'appareil emploie à perdre une tension égale quand le circuit est fermé.

10. Le changement de l'arc, au moyen duquel les pôles sont mis en communication, n'a pas d'influence sur le temps que l'appareil emploie à reprendre sa tension primitive; ce temps est plus grand ou plus petit, selon que le liquide dans lequel les couples sont plongés est plus ou moins conducteur, ou que l'électro-moteur est composé d'un nombre plus ou moins considérable de couples, ou qu'enfin la tension perdue est plus ou moins grande.

11. Ayant observé que généralement, quand l'arc qui ferme le circuit est mauvais conducteur, la tension de l'éléctro-moteur s'affaiblissait très-peu, je voulus voir si véritablement il était toujours nécessaire que la communication fût suspendue pour que la tension se rétablît.

Les pôles d'un électro-moteur à couronne de tasses de douze couples, cuivre et zinc, à eau très-salée, furent mis en communication pendant cinq minutes avec un arc métallique; la tension, qui était de 18 degrés, fut réduite à six. Quand cet appareil eut repris sa première tension, il fut fermé pendant cinq minutes comme la première fois; mais, après ce temps, ses pôles furent mis en communication au moyen d'une couche d'eau de puits de 35 centimètres d'épaisseur, partagée par six diaphragmes de cuivre; après quoi, la communication formée par l'arc métallique fut interrompue, et cependant le circuit électrique ne se trouva pas interrompu un seul instant; seulement le nouvel arc, moins conducteur que le premier, rendit le courant moins rapide, et cette nouvelle communication ayant été elle-même détruite au bout de cinq minutes, la tension se trouva d'un peu plus de 9 degrés.

Les électro-moteurs peuvent donc reprendre une partie de la tension perdue, même sans que l'on suspende entièrement la circulation électrique, et seulement quand on rend plus difficile le passage du fluide, en mettant les pôles en communication au moyen d'un conducteur plus imparfait.

12. A présent nous pouvons en quelque sorte expliquer pourquoi dans les électro-moteurs, quand le circuit est fermé, et que, surtout, le courant n'a pas une

grande énergie, la perte de tension est limitée et non pas indéfinie. En effet, si la cause, quelle qu'elle puisse être, qui produit la restitution de la tension, agit même sans que le circuit soit interrompu, il en résulte que, quand les pôles de l'électro-moteur communiquent entre eux, il existe toujours deux forces; une d'elles (le courant électrique) tend à diminuer le pouvoir électro-moteur des couples, et en conséquence la tension, tandis que l'autre force tend à l'augmenter. Quand, par la perte de tension, le courant électrique est affaibli au point que la force réparatrice restitue à chaque instant à l'appareil électro-moteur autant d'énergie que le courant lui en enlève, il ne doit plus y avoir aucune perte de tension, quel que soit le temps pendant lequel les pôles de l'appareil sont maintenus en communication.

TROISIÈME PARTIE.

Sur l'affaiblissement qu'éprouvent les électro-moteurs sans que les pôles soient mis en communication.

13. Si un appareil voltaïque reste monté pendant long-temps, quoique ses pôles ne soient pas mis en communication, ou qu'ils le soient un petit nombre de fois seulement et pendant peu d'instans, son énergie diminue ordinairement d'une manière notable, aussi bien que sa tension. Les expériences déjà indiquées me firent soupçonner que cet affaiblissement spontané des électro-moteurs pouvait tenir à ce qu'il existait toujours en eux une faible circulation d'électricité causée par l'imperfection de l'isolement; ce soupçon fut confirmé par

l'observation qu'un appareil à couronne de tasses de quarante couples, qui était chargé depuis quelques mois, donnait constamment des indices de tensions un peu plus fortes dans les jours secs que dans ceux qui étaient humides. Il semble en effet probable que l'humidité de l'air ambiant établisse une communication entre les pôles, et donne ainsi lieu à une circulation électrique, qui affaiblit la tension de l'électro-moteur. Quand la diminution d'humidité détruit la communication ou la rend du moins plus imparfaite (ce qui est suffisant d'après ce que nous avons dit au § 11), l'appareil reprend ou complètement ou en partie la tension perdue.

14. Mais il se pourrait qu'en ôtant toute espèce de communication entre les pôles de l'appareil, la tension vînt cependant à diminuer, par le seul fait du contact des plaques avec le liquide. Pour m'assurer donc si cette circonstance seule pouvait suffire pour diminuer la tension de l'appareil, indépendamment du circuit électrique, j'ai disposé un appareil à couronne de onze couples, de manière à ce que la communication métallique entre la plaque de cuivre et celle de zinc de chaque couple pût être détruite ou rétablie à volonté, et sans qu'il fût nécessaire de changer les plaques de place. A côté de cet appareil, j'en ai mis un autre d'un nombre égal de couples disposés à la manière ordinaire. Les plaques de ces deux appareils étaient neuves, et la portion plongée dans le liquide était, pour chacun, de 3 centimètres carrés environ. La tension, observée dans l'un et l'autre des deux appareils, était de 15 degrés environ; on interrompit les communications métalliques, dans le

premier, entre les plaques de cuivre et de zinc, en sorte qu'il ne pouvait plus y avoir aucun transport d'électricité, de quelque manière que l'air ambiant vînt à se charger d'humidité; je posai alors les appareils dans un lieu où ils étaient garantis de la poussière. Chaque fois que j'ai voulu éprouver la tension de ces appareils, j'en montais encore un troisième, toujours avec des plaques neuves et semblable en tout au second. Celui-ci était destiné à faire connaître si le condensateur et l'électromètre agissaient ou non comme le premier jour.

Après dix jours, j'observai la tension de tous ces appareils, je vis que :

La tension de l'électro-moteur monté nouvellement était de........................	16°;
Celle de l'appareil à plaques séparées, de........................	16 environ;
Celle de l'appareil monté selon la méthode ordinaire, de................	15 environ.

Après quinze jours, l'air étant plus humide qu'à l'époque de l'observation précédente,

La tension du premier appareil était de	15°;
Celle du second, de..............	15;
Celle du troisième, de...........	13 environ.

Après quarante jours, la journée étant très-sèche, les trois appareils offraient tous trois une tension d'un peu plus de 17°.

Les expériences faites après trois mois, montrèrent constamment que le second et le troisième appareils avaient une tension un peu supérieure à celle de l'ap-

pareil nouvellement monté ; ce qui provenait de l'augmentation notable de pouvoir électro-moteur dans les plaques de cuivre, dont le séjour prolongé dans l'eau salée avait fortement oxidé la superficie.

Il résulte de ces expériences que le contact seul des plaques avec le fluide n'influe pas ou presque pas sur la tension de l'appareil électro-moteur ; mais que l'isolement imparfait des pôles y concourt.

15. Remarquons ici que l'on se tromperait si, en ne voyant diminuer que d'un petit nombre de degrés la tension d'un électro-moteur qui reste monté pendant long-temps, on jugeait que la perte de force de l'appareil relativement à ses autres effets, dût également être très-petite ; car le liquide perd une partie notable de sa conductibilité, surtout lorsque ce liquide est ou de l'eau acidulée ou salée. Alors, en effet, l'acide disparaît en se combinant avec les métaux, et le sel se décomposant en acide et en base, le premier s'unit aux métaux et la base se transporte en grande abondance à l'endroit où le cuivre est soudé avec le zinc. Le liquide devenu ainsi peu conducteur, le courant électrique qui en résulte doit être moins énergique. Ajoutez à cela que quand les couples électro-moteurs restent pendant long-temps dans un liquide, il semble qu'une substance étrangère s'attache à leur surface et diminue leur conductibilité. J'ai vu souvent qu'un appareil à couronne de tasse qui, après avoir été monté pendant un grand nombre de jours, avait perdu une portion notable de sa tension, et de la force avec laquelle il donnait des secousses, reprenait promptement l'une et l'autre par le seul fait que les couples étaient ex-

traits du liquide, essuyés et remis en place. J'ai vu pareillement, et M. le professeur de La Rive (1) l'a remarqué avant moi, qu'un courant électrique, traversant un conducteur liquide séparé par des diaphragmes métalliques, était plus ralenti quand les diaphragmes avaient été salis par leur contact avec le liquide, et que l'action redevenait la même que dans le principe, quand on nettoyait les diaphragmes.

QUATRIÈME PARTIE.

Expériences relatives aux phénomènes précédens, considérés dans les électro-moteurs de nature diverse.

16. L'observation m'ayant montré d'un côté que, quand les plaques des électro-moteurs sont oxidées, les phénomènes dont nous parlons se passent autrement que quand elles sont polies, et de l'autre, que le courant électrique n'altère pas le pouvoir électro-moteur relatif de la même manière dans tous les métaux (2), je me déterminai à entreprendre quelques expériences sur les appareils électro-moteurs formés des divers métaux avec lesquels sont ordinairement construits les appareils voltaïques. Je commencerai par indiquer les expériences sur les électro-moteurs qui diffèrent, non par la nature de leurs plaques, mais seulement par l'état des surfaces métalliques.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, février 1825.

(2) *Saggio di esperienze elettrometriche*, articolo II, *sezione seconda*.

Un appareil électro-moteur de 11 couples, dont les plaques, et surtout celles de zinc, étaient très-oxidées, et dont la tension était de 11 degrés, comme celle d'un appareil neuf de 8 couples avec lequel il fut mis en comparaison, donna les résultats suivans :

Temps pendant lequel l'appareil fut fermé.	Tension.	Temps que l'appareil a employé à reprendre sa tension primitive.
1'......	5	3' environ.
3......	4½	4
30......	3	6 environ.
60......	2½	9
120 } 180 }....	2	10 environ.

Les résultats de l'appareil à plaques neuves sont les suivans :

1'......	7 environ.	2' 30 environ.
3......	6	3 30
15 } 30 } 60 }....	4	7

Voici les principaux corollaires qui peuvent se déduire de ces expériences :

1°. La tension que l'appareil à plaques neuves perd dans un temps donné est moindre que celle que perd l'appareil à plaques oxidées ;

2°. La plus grande perte de tension qu'éprouve l'appareil à plaques neuves est moindre que celle qu'éprouve l'appareil à plaques oxidées ;

3°. L'appareil neuf arrive plus tôt que le vieux à cette

limite au-delà de laquelle la perte de tension n'augmente plus lorsque l'on continue à tenir le circuit fermé.

17. Plusieurs expériences furent faites aussi avec des électro-moteurs à couples d'or et de zinc, et à couples de plomb et de zinc. Leurs résultats, comparés à ceux des appareils ordinaires, ont montré, 1° que dans les électro-moteurs à couples d'or et de zinc la perte de tension est plus rapide que dans l'appareil ordinaire, et arrive dans un temps très-court à cette limite, au-delà de laquelle la tension ne diminue plus; ils regagnent au plus vite la tension perdue; 2° que l'appareil à couples de plomb et de zinc perd plus lentement la tension électrique que l'appareil à couples de cuivre et de zinc.

Nous savons que l'effet produit sur l'aimant par l'électro-moteur plomb et zinc est beaucoup plus notable que l'effet produit par l'or accouplé au zinc (1). Le phénomène que nous venons d'indiquer doit certainement contribuer à rendre plus grande la différence entre les effets électro-magnétiques de ces deux couples électro-moteurs. En effet, puisqu'un couple de plomb et de zinc perd plus lentement sa tension, il doit, pendant tout le temps que l'aiguille emploie à atteindre sa déviation définitive, agir avec plus de force que dans le cas où la perte de tension aurait été plus rapide; et le couple d'or et de zinc doit agir avec moins de force que si le décroissement de l'électricité avait été plus lent. Je dis que le décroissement de tension, plus rapide dans le couple d'or et de zinc et moindre dans celui de plomb et de zinc, doit contribuer à rendre plus notable la

(1) *V. Saggio citato*, pag. 120.

différence entre les effets électro-magnétiques, mais non que ce doive être la cause unique de ces différences. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que l'or accouplé au zinc perdît assez de son pouvoir électro-moteur pour devenir inférieur au plomb. Mais nous avons déjà vu que l'or, dans ce cas, ne devient jamais inférieur même à l'argent en pouvoir électro-moteur relatif.

J'aurais entrepris beaucoup d'autres expériences avec d[illegible]ro-moteurs de nature diverse, si j'avais pu me ser[illegible] appareils à colonne; mais ils ne conviennent nullement à ce genre de recherches, parce que les diaphragmes mouillés qui séparent les couples n'offrent pas un conducteur de force constante, même durant une seule expérience.

Pour que ces appareils pussent servir, il faudrait que les conducteurs de seconde classe fussent réduits au *minimum* d'humidité, comme cela a lieu dans les piles sèches.

18. Deux de ces piles qui m'ont été données, il y a peu de temps, par l'auteur lui-même, le célèbre professeur Zamboni, m'ont fourni l'occasion de faire diverses expériences; il ne sera pas, j'espère, superflu d'indiquer les principales.

Les élémens des piles de Zamboni consistent, comme on sait, en un disque de papier argenté, sur le revers duquel on applique de la poudre de charbon. Le conducteur de seconde classe qui sépare les couples l'un de l'autre, consiste seulement dans l'humidité qui naturellement adhère au papier. Les deux piles, qui ont servi à mes expériences, étaient, l'une et l'autre, de 1500 couples, et la tension qu'elles manifestaient à leurs pôles,

était environ de 14° mesurée à l'électro-moteur à pailles légères, sans le secours du condensateur.

Les pôles d'une de ces piles furent mis en communication entre eux par le moyen d'une bande de plomb, et laissés ainsi pendant une minute. Aussitôt que cette communication fut interrompue, on trouva que la tension était descendue de 14° à 6°. Dans une autre expérience semblable, la tension perdue en 3 minutes fut de 9°. Dans une troisième, la perte fut de 10° en 8 minutes; et dans une quatrième de 10° $\frac{1}{2}$ en 15 minutes; le circuit de l'une de ces piles ayant été fermé pendant vingt minutes, et sa tension observée aussitôt après qu'il eut été ouvert, on la trouva de 2°.

Les tensions observées ensuite à divers intervalles de temps, donnèrent les résultats suivans :

1′ après que le circuit eut été ouvert.		4 degrés.
2		5 forts.
3		6
5		7
8	presque	9
12		11
21		14.

J'ai répété l'expérience précédente, en mettant les pôles en communication, non pas avec un conducteur métallique, mais avec un conducteur humide, en tenant une des extrémités de la pile en contact avec la langue, et l'autre entre deux doigts mouillés avec de la salive; j'ai obtenu les mêmes résultats.

Il n'est pas nécessaire d'établir une communication continue entre les pôles de ces appareils, pour que la

tension s'affaiblisse beaucoup ; il suffit d'établir un grand nombre de fois de suite la communication d'une manière instantanée, pourvu que chaque intervalle de temps ne soit pas assez long pour que l'électro-moteur ait pu reprendre déjà toute la tension perdue par le contact précédent.

Ainsi tenant dans une main l'extrémité d'une de ces piles, je mis trente fois l'autre extrémité en contact avec une feuille de plomb tenue dans l'autre main. Je laissais une seconde d'intervalle entre deux contacts consécutifs, et j'avais soin que la communication ne durât qu'un instant : la pile perdit 3 degrés de sa tension.

Après que la pile eut repris sa tension ordinaire, 60 contacts ayant eu lieu comme précédemment, la tension perdue fut de 4 degrés.

La même colonne perdit 4 degrés en éprouvant seulement 20 contacts, mais qui s'étaient succédés avec une grande rapidité.

Nous voyons donc, d'après les expériences que nous venons d'indiquer, que les piles de Zamboni se comportent comme les autres électro-moteurs, par rapport aux phénomènes dont nous venons de parler ; excepté que quand on fait varier la conductibilité de l'arc au moyen duquel les pôles sont mis en communication, la tension perdue dans un temps donné ne varie pas sensiblement ; mais ce résultat ne doit pas surprendre. En effet, le courant électrique se transmet déjà très-difficilement dans ces appareils, tant à cause de l'imperfection du conducteur de seconde classe qui sépare les couples, qu'à cause du grand nombre d'alternatives de conducteurs humides et métalliques que le courant élec-

trique doit traverser. En conséquence, la force du courant s'altère très-peu, même lorsqu'on a beaucoup changé la conductibilité de l'arc qui joint les deux pôles.

CINQUIÈME PARTIE.

De quelques applications auxquelles peuvent donner lieu les phénomènes que l'on vient de décrire.

Si donc la tension diminue dans les appareils électromoteurs, quels qu'ils soient, quand on les fait traverser par le courant électrique, et si elle reprend sa première valeur, quand le courant est interrompu pendant quelque temps; on pourra sans doute, en faisant usage de l'action alternative de plusieurs appareils, tenir une substance soumise à l'action d'un courant électrique pendant autant de temps qu'on le voudra, sans que la tension propre à chaque appareil diminue au-delà d'une limite donnée. Il faudra déterminer, avant tout, par une expérience préliminaire, combien un appareil électro-moteur emploie de temps à perdre une tension donnée, quand les pôles sont mis en communication au moyen de la substance qu'on veut soumettre à l'expérience, et quelle est aussi la durée du temps nécessaire au retour de la tension perdue. Supposons, par exemple, que, dans un cas donné, l'appareil emploie 10 minutes à perdre 15 degrés de tension, et qu'en 20 minutes de repos il reprenne la tension perdue, alors on choisira trois électro-moteurs égaux, qui seront destinés à agir sur la substance l'un après l'autre et pendant 10 minutes chacun. De cette manière, tous les trois au-

ront alternativement 10 minutes d'action et 20 minutes de repos pour reprendre leur force première. Mais le temps fait perdre aux électro-moteurs une partie de leur tension en rendant leur isolement imparfait : le liquide dans lequel les couples sont plongés se décompose et perd de sa conductibilité : le courant se ralentit même par d'autres circonstances. Ainsi, après un nombre de jours plus ou moins grand, selon les différens cas, la force des trois appareils aura éprouvé une détérioration, quoiqu'ils aient agi alternativement. Pour parer à cet inconvénient, on se procurera donc trois autres électro-moteurs égaux aux premiers, que l'on chargera et qu'on leur substituera ; on aura ainsi tout le temps nécessaire pour rendre aux premiers appareils leur état primitif et pouvoir les remettre en action, quand les autres auront besoin d'être réparés à leur tour. Ainsi la substance pourra être soumise à l'action de la circulation électrique, sans la plus légère interruption, autant de temps qu'on le voudra, et sans que la force du courant décroisse jamais au-delà d'une limite donnée. Un artiste imaginera facilement un mécanisme tel que les substitutions se fassent d'elles-mêmes et pendant l'absence de l'observateur.

20. On connaît la belle application que M. Zamboni eut l'idée de faire de ses piles sèches, pour obtenir qu'une horloge marchât indéfiniment sans avoir besoin d'être remontée. Mais soit à cause de l'imperfection des piles elles-mêmes ou bien parce que l'artiste a voulu leur faire produire une quantité de mouvement qui n'était pas proportionnée à leur énergie variable ; soit enfin à cause de la perte de tension que le temps leur

faisait inévitablement éprouver, un grand nombre de tentatives ne produisirent pas l'effet désiré. A la vérité, M. Zamboni, qui a su donner à ses électro-moteurs un haut degré de de perfection, en réduisant au minimum la force nécessaire pour remonter sans cesse une horloge, et en multipliant les colonnes au point que la plus grande perte de tension qu'elles puissent éprouver leur laisse toujours une force suffisante, semble être arrivé au but qu'il s'était proposé. Néanmoins, d'après les expériences que nous avons faites sur la perte de tension que ces appareils éprouvent ou par l'isolement imparfait de leurs pôles ou par leur action, il me semble qu'on pourrait construire avec plus de certitude ou avec moins de difficulté une horloge dont le mouvement ne s'arrêterait jamais. En effet, si on empêche la perte de tension produite par l'isolement imparfait, en préservant l'appareil de toute humidité par la présence d'une substance très-hygrométrique, et si l'on remédie à la perte de tension occasionée par les communications répétées entre les pôles de la colonne, il suffira, pour arriver au résultat, d'arranger les choses de manière à ce qu'au moment où la tension d'une série de piles se trouvera assez affaiblie pour que le poids de l'horloge commence à descendre, ce mouvement même mette en activité une autre série de piles, et laisse en repos celle qui agissait précédemment, assez long-temps pour qu'elle ait repris sa force première, et qu'elle puisse remplacer l'autre, quand, à son tour, celle-ci aura perdu assez de tension pour ne plus être en état de faire marcher l'horloge.

21. L'action alternative des électro-moteurs semblera

peut-être peu convenable à quelques expériences dans lesquelles la communication entre les pôles doit être établie par des conducteurs de première classe, comme il arrive dans les expériences électro-magnétiques et dans quelques autres. En effet, quand l'arc qui unit les deux pôles est métallique, le temps que l'électro-moteur emploie à perdre une grande partie de sa tension est très-court, et celui qui lui est nécessaire pour la reprendre est, au contraire, très-long. On réussirait donc difficilement à faire agir alternativement quinze, vingt et même un plus grand nombre d'électro-moteurs, pour tenir un fil métallique soumis à un courant électrique, dont la force ou la tension ne descendrait jamais au dessous d'une limite donnée. La difficulté serait d'autant plus grande qu'il faudrait encore avoir un même nombre d'appareils pour les substituer aux premiers lorsque ceux-ci auraient besoin d'être réparés. Mais, si je ne me trompe, j'ai trouvé le moyen de faire de semblables expériences avec deux électro-moteurs seulement, accompagnés et aidés de deux autres, ainsi que je vais le dire.

Remarquons, premièrement, que relativement aux effets pour lesquels l'arc qui unit les deux pôles doit être métallique, peu importe que l'électro-moteur soit composé de peu de couples, et que même un grand nombre de couples est plus nuisible qu'utile. Rappelons-nous aussi que les altérations de pouvoir électro-moteur produites par un courant électrique sont facilement détruites par un courant contraire (1); en sorte que si

(1) *V. Saggio citato*, § 52, etc.

l'action d'un courant a apporté une diminution de tension dans un appareil voltaïque, par l'altération que ce courant aura produite dans le pouvoir électro-moteur relatif des plaques, l'action d'un courant dirigé en sens contraire rendra à l'appareil toute sa tension primitive, en produisant dans ces plaques une altération de pouvoir électro-moteur opposée à la première. J'indiquerai quelques expériences faites à ce sujet.

Un électro-moteur de six couples, dont la tension était de 9 degrés environ, en perdit cinq, le circuit ayant été fermé pendant trois minutes. On enleva l'arc métallique qui joignait les deux pôles, et on mit ceux-ci en communication avec les pôles d'un autre appareil à couronne de quarante couples, mais de manière à ce que le courant électrique de ce dernier appareil fût dirigé dans un sens contraire à celui du premier. Après une demi-minute, cette communication fut interrompue, et l'appareil de six couples immédiatement observé. On trouva qu'il avait déjà repris sa tension primitive, et j'ai vu un grand nombre de fois qu'un électro-moteur reprenait, par ce moyen, dans un temps beaucoup plus court, la force perdue.

Non-seulement on peut, par cette méthode, rendre la tension perdue, mais augmenter encore celle que l'appareil a naturellement. L'appareil de six couples, qui avait une tension de 9°, fut mis en communication avec l'électro-moteur de 40 couples, les pôles de même nom étant liés entre eux. Au bout de deux minutes, il avait acquis une tension de plus de 10°.

Je voulus m'assurer ensuite si, à ces augmentations de tension électrique pour ainsi dire artificielles, cor-

respondait aussi un accroissement de force; car nous savons déjà que, par la tension d'un électro-moteur, on ne peut pas toujours juger de sa force électro-dynamique, même quand la tension ne dépend pas du nombre de couples dont il est composé (1). J'ai donc fait quelques expériences sur les pertes de force électro-magnétique qu'éprouvent les appareils voltaïques quand le circuit a été fermé, et sur le retour de cette même force quand le circuit est interrompu, ou bien, quand on a fait traverser l'électro-moteur par un courant contraire à celui qui lui est propre.

Un électro-moteur de huit couples produisait, dans un multiplicateur magnétique, une déviation de 8 degrés environ. Lorsque le circuit eut été fermé pendant une minute, la déviation ne fut plus que de 3 degrés; le circuit ayant été ouvert pendant douze minutes, le premier effet se produisit de nouveau. Mais si, au lieu de laisser l'appareil en repos après l'avoir fait agir pendant une minute, on le mettait en communication avec un appareil de 40 couples, par les pôles de même nom, il reprenait sa force primitive en 15″, et même plus vite. Je n'oublierai pas de faire remarquer que si l'on prolonge de quelques minutes l'action du second électro-moteur sur le premier, celui-ci prendra une telle force électro-magnétique qu'il pourra donner une déviation triple de celle qu'il produisait naturellement.

La comparaison entre les altérations de tension et les altérations de force magnétique auxquelles les appareils voltaïques peuvent être sujets, formera la matière

---

(1) Voyez Essais cités, § 95 et suivans.

d'une autre discussion. Ce que nous avons dit suffit pour faire comprendre comment on peut, avec deux électro-moteurs, d'un petit nombre de couples, assujettir un fil métallique à un courant électrique dont la force ne diminue jamais au-delà d'un degré donné. Il faut, pour cela, que ces deux électro-moteurs soient accompagnés de deux autres, d'un plus grand nombre de couples, et dont chacun est destiné à rendre aux deux premiers, leur tension aussi rapidement qu'ils la perdent, en y faisant circuler un courant électrique contraire à celui qu'ils développent eux-mêmes, quand leurs pôles communiquent au moyen d'un arc métallique.

La possibilité de maintenir, par l'action alternative de plusieurs électro-moteurs, un courant électrique agissant toujours sur une substance, semble faire espérer de nouveaux progrès dans la science de l'électricité. Je n'ignore pas cependant que, dans les spéculations qui semblent promettre les applications les plus heureuses, la pratique ne répond pas toujours aux espérances. Mais, quelque doive être le succès de cette combinaison d'appareils voltaïques, et l'expérience en décidera, je serai satisfait si les recherches précédentes ajoutent quelque chose à ce que l'on savait sur les forces électro-motrices.

NOUVEAU *Composé de chlore et de cyanogène, ou perchlorure de cyanogène ; acide cyanique.*

PAR M. SÉRULLAS.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, les 28 juillet et 1er septembre 1828.)

Perchlorure de cyanogène.

MM. Gay-Lussac, Dulong et Chevreul, en rendant compte d'un Mémoire que j'eus l'honneur de lire à l'Académie, en juillet dernier (1), observèrent avec raison que le nom que je donnai au composé de chlore et de cyanogène qui faisait le sujet de ce Mémoire, s'écartait des règles de la nomenclature d'après lesquelles l'élément électro-négatif d'un composé doit être nommé le premier. Le chlore, relativement au cyanogène, étant dans ce cas, il était convenable de placer, dans leur union, le mot *chlore* avant celui de *cyanogène*.

L'un des deux corps nouveaux sur lesquels je vais donner des détails, étant formé des mêmes élémens, mais en d'autres proportions que celui qui a fait l'objet de la remarque de MM. les commissaires, me fournit l'occasion de mettre à profit leur observation ; en conséquence je le désignerai sous le nom de *perchlorure de cyanogène*. Cette rectification devra s'étendre aux composés analogues d'iode et de brôme que j'ai fait

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXV.

connaître sous les noms de *cyanure d'iode* et de *cyanure de brôme*.

Dans le Mémoire que je viens de rappeler, j'ai signalé en passant l'action réciproque du chlore et de l'acide hydro-cyanique, qui donne naissance à des produits variés, selon qu'on y fait intervenir de l'eau ou du chlore en excès; j'ai particulièrement arrêté mon attention sur le corps solide qui résulte du contact de l'acide hydro-cyanique et du chlore secs, corps dont j'ai déjà décrit, dans le Mémoire cité, plusieurs propriétés physiques, me réservant alors de revenir plus tard sur sa nature.

On obtient la nouvelle substance en versant dans un flacon plein de chlore sec, de l'acide hydro-cyanique pur préparé par le procédé de M. Gay-Lussac (1). La quantité d'acide hydro-cyanique anhydre, calculée d'après les élémens réagissans, nécessaire pour convertir un litre de chlore en acide hydro-chlorique et en perchlorure de cyanogène est de 0g,82. En effet, on réussit toujours en employant pour les flacons dits d'un litre, mais qui contiennent un peu plus, un gramme d'acide hydro-cyanique.

Dès que le chlore et l'acide hydro-cyanique sont en contact, le flacon exposé à la lumière étant fermé et le bouchon assujetti, l'acide hydro-cyanique est gazéifié;

---

(1) Il faut avoir l'attention, en introduisant l'acide hydro-cyanique, de tenir les flacons enveloppés d'un linge, parce qu'il est arrivé quelquefois qu'en les fermant ils se sont brisés avec une certaine explosion.

la couleur disparaît successivement, et l'on voit, en quelques heures, sur les parois du vase, un liquide incolore, ayant l'apparence de l'eau, qui s'épaissit peu à peu, et finit par se solidifier sous forme d'une matière blanche, adhérente aux parois des vases, et mêlée de cristaux brillans semblables et de même nature que ceux que nous obtiendrons par la sublimation de la matière blanche, comme on le verra plus tard.

Il est probable que les trois composés de chlore et de cyanogène, gazeux, liquide et solide, se forment successivement dans cette circonstance, et qu'ils peuvent se trouver dans les flacons tous trois ensemble; ceci importe peu pour la pureté du perchlorure : en effet, comme il est bien moins volatil que les autres, on conçoit que, par la distillation qu'on doit lui faire subir, le plus volatil passe à la première chaleur et qu'il suffira de s'abstenir de le recueillir; le gazeux s'échappe spontanément.

Après vingt-quatre heures, la majeure partie du perchlorure est formé. On le voit par la solidification plus ou moins avancée de la matière; mais il faut attendre plusieurs jours pour laisser complé[illegible] l'action. Alors, on ouvre les flacons; on chasse le gaz acide hydrochlorique au moyen du vent d'un soufflet; on y introduit une petite quantité d'eau et un assez grand nombre de fragmens de verre, afin de détacher par l'agitation et le frottement la matière que l'on verse dans une capsule pour la séparer des fragmens de verre; on la divise avec un tube, et on la lave à plusieurs reprises sur un filtre jusqu'à ce que l'eau de lavage ne rougisse plus le tournesol et ne précipite plus par le nitrate d'argent.

Ces eaux de lavage sont mises à part pour être utilisées plus tard.

La matière, ainsi lavée, doit être pressée et légèrement chauffée entre du papier joseph, jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement sèche et réduite sous forme de poudre blanche; on l'introduit alors dans une petite cornue; on chauffe jusqu'à ce qu'elle soit en fusion et en ébullition; elle se distille sous forme d'un liquide incolore et transparent, et vient se cristalliser dans le col de la cornue ou dans le récipient qu'on a soin de tenir froid par un linge mouillé. Pour l'avoir bien pure, il faut la distiller une seconde fois.

Si les matériaux employés contiennent de l'eau, on a, comme je l'ai déjà dit, au lieu de l'acide hydro-chlorique et du perchlorure de cyanogène, de l'hydrochlorate et de l'hydro-cyanate d'ammoniaque et de l'acide carbonique.

Quand encore on emploie un excès d'acide hydrocyanique relativement au chlore, tout n'en est pas moins absorbé; on a un liquide plus ou moins visqueux, plus ou moins jaune, qui, lorsqu'il y a un grand excès d'acide hydro-cyanique, par exemple, le double et même le triple de la quantité précédemment fixée, devient très-solide, transparent, semblable à une laque couleur rouge-hyacinthe. Mais, quand on ouvre le flacon, la matière, par son exposition à l'air, abandonne l'excès d'acide hydro-cyanique, avec un mouvement d'ébullition; elle devient blanche et passe à l'état de perchlorure. On obtient encore ce dernier résultat en faisant arriver du chlore dans le flacon contenant le composé visqueux ou solide et le fermant. L'absorption

du chlore qui se fait lentement complète les proportions qui manquaient au composé pour se constituer perchlorure.

En exposant aux rayons solaires un flacon renfermant du cyanure de mercure très-légèrement humecté et du chlore en excès, il se produit aussi du perchlorure de cyanogène. On dissout avec de l'eau le bi-chlorure de mercure qui se forme en même temps, et le perchlorure de cyanogène se trouve isolé. Mais ce moyen est peu sûr : les produits sont variables, attendu qu'on ne peut maîtriser avec l'eau les circonstances susceptibles de donner constamment et uniquement du perchlorure de cyanogène.

En mettant en contact de l'acide hydro-cyanique avec du brôme en excès, c'est-à-dire trois parties de brôme en poids pour une d'acide hydro-cyanique, on obtient un composé de brôme et de cyanogène solide, différent de celui que j'ai fait connaître dans le temps. Ce dernier, qui a une odeur de souris, sera probablement analogue au perchlorure de cyanogène.

Le perchlorure de cyanogène lavé, bien desséché, puis distillé, comme on l'a dit, est d'une blancheur éclatante; il cristallise en aiguilles; son odeur piquante excite le larmoiement, surtout quand on le chauffe; elle a quelque chose de celle du chlore, mais son analogie avec l'odeur de souris est très-frappante; sa saveur, comme il est peu soluble, est légèrement piquante et rappelle son odeur. Sa pesanteur spécifique est d'environ 1,320; le terme de sa fusion est à 140 degrés, et celui de son ébullition à 190. Quand il n'a pas été distillé et qu'il est renfermé, il répand,

après un certain temps, des vapeurs d'acide hydro-chlorique lorsqu'on ouvre le flacon; ce qui doit dépendre de la décomposition successive d'une certaine quantité d'eau qu'il a pu retenir (1).

Le perchlorure de cyanogène, qui nous fournit un nouvel exemple d'un corps solide formé par deux gaz, est très-peu soluble dans l'eau froide; il l'est beaucoup plus dans l'eau chaude, et sa décomposition s'ensuit bientôt; l'alcool et l'éther le dissolvent bien; l'eau le sépare de ces dissolutions.

En contact prolongé avec l'eau, à la température ordinaire, il la décompose lentement, et ce liquide s'acidifie toujours de plus en plus. Par une ébullition un peu soutenue, tout le perchlorure disparaît; il n'y a aucun dégagement de gaz, mais production d'acide hydro-chlorique et d'acide cyanique, qui, dans ce cas, doit être formé de 1 atome de cyanogène et de 2 atomes d'oxigène.

L'action du perchlorure de cyanogène sur l'économie animale est très-délétère; un grain dissous dans l'alcool et introduit dans l'œsophage d'un lapin l'a tué à l'instant.

---

(1) Dans le cas encore ou, pendant la dessiccation première du perchlorure de cyanogène, une portion agirait sur l'eau, et se convertirait, ainsi que cela doit être, en acide hydro-chlorique et en acide cyanique, quand on distille ensuite le perchlorure, l'acide hydro-chlorique se volatilise d'abord, et l'acide cyanique, qui exige plus de 350 degrés pour se sublimer, reste; le perchlorure, qui bout à 190, s'en sépare.

30 grammes d'eau, dans lesquels avait été mis et agité un autre grain, ont été filtrés pour en séparer la majeure partie du perchlorure non dissous ; cette eau a suffi pour faire mourir en vingt-cinq minutes un autre lapin auquel on l'a fait avaler.

La dissolution aqueuse du perchlorure de cyanogène, traitée par la potasse, donne, étant évaporée, un résidu salin d'hydro-chlorate de potasse et de cyanate de la même base, très-faciles à séparer l'un de l'autre par la cristallisation, le cyanate étant beaucoup moins soluble que l'hydro-chlorate.

Si l'on traite cette même dissolution, mélange d'acide hydro-chlorique et d'acide cyanique, par le nitrate d'argent, il se forme un précipité de chlorure d'argent, et le cyanate d'argent, en plus grande partie, reste en dissolution à la faveur de l'acide nitrique mis en liberté ; mais, en saturant avec précaution par l'ammoniaque, le chlorure se dissout, le cyanate se précipite, et ce précipité est susceptible de disparaître en ajoutant un grand excès d'ammoniaque, parce que le cyanate d'argent est alors décomposé ; il se forme un cyanate d'ammoniaque, et l'oxide d'argent reste en dissolution dans l'excès d'ammoniaque.

Le potassium se combine assez promptement au perchlorure de cyanogène ; en mêlant ces deux substances ensemble avec un tube de verre, il y a inflammation ; du chlorure et du cyanure de potassium se forment ; le premier étant mis en évidence par le bleu qu'y produit une addition de sulfate de fer et d'un acide, et l'autre, par le précipité qu'y détermine le nitrate d'argent.

Pour reconnaître les proportions des élémens du perchlorure de cyanogène, il a été fait plusieurs expériences, soit en le décomposant par les alcalis, soit par l'oxide de cuivre.

1re *Expérience*. 0g,1, traité par la potasse caustique en dissolution concentrée, puis chauffé avec excès d'acide nitrique, a donné, par le nitrate d'argent :

Chlorure d'argent 0g,308 = chlore 0,07520.

Le calcul donne, dans la supposition de deux atomes de chlore :

Chlorure d'argent 0g,298 = chlore 0,07346.

2me *Expérience*. 0g,15, traité de la même manière, a fourni :

Chlorure d'argent 0g,447 = chlore 0,1102.

Le calcul donne très-exactement les mêmes chiffres.

Une troisième expérience a présenté les mêmes résultats.

Dans la première expérience, l'excès de poids dépend d'un peu de silice enlevé par la potasse aux capsules dans lesquelles on a chauffé.

Dans les autres expériences, le chlorure d'argent obtenu, étant bien lavé, a été redissous dans l'ammoniaque, et, après un certain temps d'évaporation, précipité de nouveau par l'acide nitrique, puis lavé et séché jusqu'à cessation de diminution de poids, comme dans la première expérience.

4me *Expérience*. 0g,530, traités par l'ammoniaque en très-grand excès, à chaud, dans un matras à long col, ensuite par le nitrate d'argent et l'acide nitrique, ont donné :

Chlorure d'argent 1g,520 = chlore 0,3747.

Ils auraient dû fournir :

Chlorure d'argent 1g,5815 = chlore 0,3902.

Deux décompositions ont été faites à la manière ordinaire, l'oxide de cuivre étant mêlé de tournure de ce métal dont une petite colonne terminait la charge; 0g,1 employé dans chaque expérience a produit, sous la pression et à la température ordinaire :

1re *Exp.*	Acide carbonique......	0lit.,03047.
	Azote................	0 ,01202.
2me *Exp.*	Acide carbonique......	0 ,03050.
	Azote................	0 ,01320.

Ces quantités de gaz ont été établies d'après la disparition des volumes obtenue par la potasse, et sur le calcul des différences de pression et de température observées durant l'expérience.

Le calcul donne :

Acide carbonique.........	0lit.,0226.
Azote....................	0 ,0113.

L'analyse par l'oxide de cuivre présente des différences assez notables dans les quantités d'acide carbonique et d'azote comparées à celles du calcul ; mais il doit y avoir plusieurs causes d'erreur, entre autres la production évidente de gaz rutilant dans chaque expérience, ce qu'on n'a pu éviter, malgré les quantités considérables d'oxide de cuivre et de tournure de ce métal que les gaz avaient à traverser ; en sorte que ce moyen ne permettrait pas d'évaluer les proportions, si nous n'avions pas la coïncidence avec deux atomes de

chlore qu'on trouve dans les quantités de chlorure d'argent résultant de l'action successive de la potasse et du nitrate d'argent sur le perchlorure de cyanogène.

Le calcul donne, pour chaque gramme de ce corps décomposé par l'oxide de cuivre et l'argent, en y supposant 1 atome de cyanogène et 2 atomes de chlore :

	Volume.		Poids.
Acide carbonique...	0,02260	= carbone	0,01225.
Azote..............	0,01133	= azote..	0,01429.
	Poids.		
Chlorure d'argent...	0,2980	= chlore..	0,07346.
			0,1000.

Le perchlorure de cyanogène sera donc formé de :

Chlore......	0,7346	= 2 atomes.
Cyanogène...	0,2654	= 1 atome.

Acide cyanique.

Avant de parler de l'acide cyanique, je dois rappeler très-briévement ce qui a été dit à ce sujet par plusieurs chimistes.

M. Vauquelin (1), en étudiant les changemens que le cyanogène subit dans l'eau, est arrivé à ces conséquences, entre autres, que ce corps décomposait l'eau, et qu'il en résultait de l'acide carbonique, de l'acide hydro-cyanique, une matière charbonneuse, de l'ammoniaque et un acide particulier qu'il proposait de désigner sous le nom d'*a-*

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tom. IX, p. 113, et tom. XXII, p. 132.

cide cyanique, lequel, saturant l'ammoniaque concurremment avec les autres acides, formait un sel ammoniaçal soluble.

2°. Que les alcalis faisaient éprouver au cyanogène une altération semblable à la précédente, c'est-à-dire qu'ils déterminaient la formation d'acides hydro-cyanique, carbonique, et vraisemblablement d'acide cyanique, de la matière charbonneuse et de l'ammoniaque, qui alors devenait libre par la présence des autres alcalis.

M. Wöhler (1) fit des observations analogues sur l'acide particulier qui se forme lorsqu'on combine le cyanogène avec les alcalis; mais il ne parvint point à isoler cet acide qu'il appela *cyanique*, sa décomposition s'opérant avec promptitude en soumettant les composés qui le contiennent à l'action d'un acide ou à l'ébullition dans l'eau.

Plus tard, M. Liebig (2), en cherchant à connaître la nature de l'argent et du mercure fulminans, crut pouvoir établir que ces composés étaient constitués d'un acide solide, très-soluble dans l'eau bouillante, cristallisant par le refroidissement, lequel acide, qu'il appelle *fulminique*, serait formé des élémens du cyanogène, d'oxigène et d'un oxide métallique, analogue en cela à l'acide hydro-ferro-cyanique, et serait susceptible de se combiner aux oxides pour produire des sels fulminans.

Peu après, le même chimiste et M. Gay-Lussac (3)

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. xx, p. 353.

(2) *Ibidem*, tome xxiv, page 294.

(3) *Ibidem*, tome xxv, page 285.

analysèrent l'argent fulminant, et déduisirent des nombreuses et importantes expériences qu'ils firent, que ce composé contenait un acide particulier (acide fulminique ou cyanique), formé de 1 atome de cyanogène et de 1 atome d'oxigène, toujours uni à une certaine quantité d'un oxide métallique.

M. Wöhler (1) vient de s'occuper de nouveau de cet objet; il désigne sous le nom d'*acide cyanique* l'acide qu'il obtient en combinaison avec la potasse, quand il traite par la chaleur, avec les précautions indiquées, un mélange de parties égales de ferro-cyanure de potassium, et de peroxide de manganèse. Il considère cet acide, qu'il n'a pas non plus isolé, d'après l'analyse qu'il en a faite dans ses composés, comme formé de 1 atome de cyanogène et 1 atome d'oxigène.

M. Liebig (2), en répétant cette dernière expérience, a trouvé que l'acide cyanique de M. Wöhler était moins oxigéné; qu'il contenait seulement 2 atomes de cyanogène et 3 atomes d'oxigène; qu'on devait le regarder comme de l'acide cyaneux.

Enfin M. Wöhler (3), ayant combiné son acide cyanique avec l'ammoniaque, a produit de l'urée tout-à-fait identique avec celle qu'on extrait de l'urine.

Ce court exposé montrera que l'acide cyanique que je vais faire connaître, ne présente point dans ses combinaisons les mêmes propriétés que celui annoncé par les chimistes que je viens de citer, et qu'il doit nécessai-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 196.
(2) *Ibidem*, tome XXXI, page 334.
(3) *Ibidem*, tome XXXVII, page 33.

rement exister plusieurs composés de cyanogène et d'oxigène, dont la constitution trop mobile ne permettra peut-être pas qu'on les isole.

On a vu précédemment que parmi les propriétés qui caractérisent le perchlorure de cyanogène, l'une des plus remarquables est celle qu'il a de décomposer l'eau en produisant de l'acide hydro-chlorique et de l'acide cyanique.

Tout ce que nous savions jusqu'alors de l'acide cyanique devait faire croire que ses élémens étaient peu stables, et qu'il ne pouvait exister qu'en combinaison.

Toutefois, ayant découvert sa formation dans la nouvelle circonstance dont je viens de parler, je dus naturellement chercher à le séparer de l'acide hydro-chlorique avec lequel il s'y trouve mêlé. Mais, dans la crainte de la réaction d'un hydracide sur un oxacide, je n'osai pas d'abord employer l'évaporation, et je cherchai à le retirer à l'état de combinaison en saturant le liquide par différentes bases, comme on a vu que je l'ai fait précédemment, à l'occasion de l'action de la potasse sur la dissolution du perchlorure de cyanogène. Le succès que j'eus dans ces premières tentatives qui me montrèrent deux sels distincts bien caractérisés, me fit soupçonner que les élémens de cet acide étaient plus fortement liés qu'on ne l'avait pensé. Je fus surtout fortifié dans cette façon de voir en observant le peu de solubilité du sel neutre et acide qu'il formait avec la potasse.

J'allai plus loin : en voyant cette tendance de l'acide cyanique à donner naissance à un sel acide et peu soluble, je tirai la conséquence que, dans son état na-

turel, il devait être solide; parce que depuis long-temps j'ai la pensée qu'il n'y a que les acides susceptibles de se solidifier qui ont la propriété de former des sels acides stables, tels que tartrates, oxalates, phosphates, iodates. (La potasse forme, avec l'acide iodique, un acide que j'ai décrit) (1).

Ma conjecture s'est ici entièrement vérifiée.

L'acide cyanique est solide, d'une grande blancheur; quand il est en dissolution rapprochée, il cristallise en rhombes, brillans, transparens, et en aiguilles déliées par la sublimation; quoique peu soluble et conséquemment sans saveur bien marquée, il rougit le papier de tournesol, et assez fortement lorsqu'il est en dissolution chaude et concentrée; sa densité est un peu moindre que celle de l'acide sulfurique, dans lequel il reste en suspension, et s'y précipite pour peu qu'il soit étendu.

Il se volatilise un peu au-dessus du terme de l'ébullition du mercure; chauffé fortement, une portion se décompose laissant du charbon à nu; s'il n'est pas bien desséché, il se produit de l'ammoniaque et de l'acide carbonique en quantités proportionnelles à l'humidité qu'il peut contenir.

L'acide nitrique n'a pas la plus petite action sur l'acide cyanique, ni à froid, ni à chaud; il s'y dissout par la chaleur; soumis à l'ébullition deux ou trois fois jusqu'à disparition complète de l'acide nitrique qui s'est opérée sans dégagement d'acide nitreux, l'acide cyani-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXII, p. 179.

que est resté sans la moindre altération, parfaitement cristallisé en lames de la plus grande blancheur.

Soumis également à l'ébullition dans l'acide sulfurique concentré, il s'y dissout encore; point de dégagement de gaz, ni d'acide sulfureux, ni de charbon mis à nu; l'acide sulfurique, qui conserve sa blancheur, étant étendu d'une certaine quantité d'eau, laisse précipiter l'acide cyanique.

Ces deux expériences sont bien remarquables comme preuves de la stabilité de l'acide cyanique.

Mis en contact avec le potassium, il s'y combine, forme de la potasse et un cyanure de potassium qui donne du bleu avec le sulfate de fer et un acide.

L'acide cyanique s'unit aux bases, produit des sels dont quelques-uns sont parfaitement caractérisés par leurs formes cristallines et par des propriétés chimiques intéressantes.

Il ne paraît pas avoir d'action prononcée sur l'économie animale; un et deux grains ont été délayés dans un peu d'eau et introduits dans l'œsophage de deux lapins; ils n'en ont pas éprouvé d'effets marqués.

On obtient l'acide cyanique en soumettant à une légère ébullition du perchlorure de cyanogène dans beaucoup d'eau. Comme une partie se volatilise avec la vapeur d'eau avant sa conversion en acides hydro-chlorique et cyanique, on emploie d'abord un ballon à long col afin de condenser ce qui peut être volatilisé et le faire retomber par l'agitation, jusqu'à disparition entière du corps et de l'odeur qui lui est propre. Le liquide étant alors un mélange d'acide hydro-chlorique et cyanique, on évapore doucement dans une capsule de por-

celaine presque jusqu'à siccité, pour expulser la majeure partie de l'acide hydro-chlorique. On voit, dès les premiers momens de l'évaporation, l'acide cyanique se cristalliser au milieu de l'acide hydro-chlorique. On lave l'acide cyanique sur le filtre à plusieurs reprises, en employant peu d'eau froide à la fois afin d'enlever les dernières portions d'acide hydro-chlorique, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne plus, par le nitrate d'argent, qu'un léger précipité soluble dans l'acide nitrique et insoluble dans l'ammoniaque, non en excès, qui, au contraire, augmente le précipité.

On redissout à chaud dans l'eau, on filtre, on évapore jusqu'à un certain point; par le refroidissement, l'acide cyanique se sépare sous forme de petits cristaux rhomboïdaux, transparens, très-purs.

On avait d'abord pu croire que ce corps cristallin était du cyanate d'ammoniaque qui se formait au milieu de l'acide hydro-chlorique, plutôt que de l'hydro-chlorate d'ammoniaque, celui-ci étant plus soluble que l'autre; mais les expériences auxquelles il a été soumis ont démontré que c'est bien de l'acide cyanique pur, pourvu que l'évaporation n'ait pas été poussée trop loin, cas dans lequel on aurait les produits que nous avons dit résulter de sa décomposition par suite d'une forte chaleur et de la présence de l'eau.

On peut séparer l'acide cyanique de sa combinaison avec la baryte, en traitant le cyanate de baryte par l'acide sulfurique, comme cela se pratique pour d'autres acides.

Les eaux qui ont servi au lavage du perchlorure de cyanogène, mises de côté, contiennent de l'acide hydro-

chlorique, de l'acide cyanique, un peu de perchlorure de cyanogène, et d'un corps jaune huileux, probablement le même que celui dont nous nous occuperons plus tard. Il faut évaporer ces eaux à siccité; le résidu jaunâtre, qui est de l'acide cyanique, embarrassé par cette matière grasse jaune, doit être chauffé légèrement avec de l'alcool concentré, qui dissout la matière colorante sans toucher à l'acide cyanique que l'on chauffe ensuite dans une certaine quantité d'eau pour la filtrer bouillante.

Cet acide, quoique bien cristallisé en cristaux prismatiques, est encore jaunâtre; mais la stabilité de l'acide cyanique est telle, comme on l'a vu, qu'on peut le blanchir parfaitement en le faisant bouillir deux ou trois fois avec de l'acide nitrique; évaporant à siccité avec précaution, jusqu'à l'expulsion entière de l'acide nitrique; dissolvant dans l'eau chaude, filtrant, par le refroidissement, les cristaux qui se forment, reprennent leur type rhomboïdal. C'est le meilleur moyen; on peut l'employer directement sans celui de l'alcool.

L'analyse de l'acide cyanique a confirmé très-rigoureusement sa composition présumée d'après la composition même du perchlorure de cyanogène qui lui donne naissance.

1[re] *Expérience*. 0g,1 d'acide cyanique, traité par l'oxide de cuivre et de la tournure de ce métal dans l'appareil ordinaire, ont donné :

La température ramenée à zéro et la pression à 0m.,76.	Cent. cubes.
Gaz acide carbonique..........................	54,20.
Gaz azote..	27,00.

2me *Expérience*. 0g,1 a fourni :

Gaz acide carbonique	52,4.
Gaz azote	26,2.

La moyenne présente :

Gaz acide carbonique	53,30.
Gaz azote	26,65.

D'après le calcul, on aurait dû avoir :

Gaz acide carbonique	53,20.
Gaz azote	26,60.

Contenant :

	Poids.
Carbone	0,02856.
Azote	0,03330.
Oxigène	0,03811.
	1,0000.

Ainsi l'acide cyanique est formé de :

Cyanogène	0,6189	= 1 atome.
Oxigène	0,3811	= 2 atomes.
	1,0000.	

Il est bien constant, d'après ce qui précède, que le chlore combiné au cyanogène, a sur l'eau une action analogue à celle des autres chlorures, des iodures, des bromures ; que cette combinaison se transforme, par la décomposition de l'eau, en acide hydro-chlorique et en acide cyanique ; que ce dernier, étant plus fixe et très-stable, peut être séparé, par l'évaporation, de l'autre qui est très-volatil.

Cette séparation immédiate des acides hydro-chlo-

rique et cyanique vient confirmer, selon moi, par ce nouvel exemple, l'opinion de M. Gay-Lussac qui a considéré la dissolution de chlorure d'iode dans l'eau, comme un mélange d'acide hydro-chlorique et d'acide iodique, et cela contradictoirement à la façon de voir de M. Davy, qui suppose que cette transformation n'a lieu qu'au moment de la saturation et par l'influence de l'alcali. Si l'on ne peut obtenir de la dissolution de chlorure d'iode dans l'eau, l'acide iodique, on en trouve la cause dans la décomposition mutuelle des acides iodique et hydro-chlorique par l'action de la chaleur.

Je rappelle encore à cette occasion que j'avais déjà fourni une preuve à l'appui de l'opinion de M. Gay-Lussac, en signalant la faculté qu'a la dissolution alcoolique de chlorure d'iode, de donner sur-le-champ de l'iodate acide de potasse par son mélange, en proportions convenables, avec une dissolution alcoolique de potasse (1).

La découverte du perchlorure de cyanogène, indépendamment de l'intérêt qu'elle peut offrir par elle-même, devient encore plus importante par la découverte de l'acide cyanique qui s'en est suivie, puisque celle-ci va créer à la chimie un nouveau genre de sels.

J'ai combiné l'acide cyanique avec différens oxides, et déjà examiné quelques-unes de ses combinaisons, telles que celles qu'il forme avec la potasse, la baryte, l'ammoniaque, l'argent ; aucune ne produit des sels

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXII, page 179.

fulminans : tous ces sels, traités par le potassium, donnent du bleu par le sulfate de fer et un acide, ce qu'ils ne font pas avant.

Comme les cyanates peuvent être nombreux et demandent à être étudiés avec soin, je me réserve d'en faire le sujet d'un autre Mémoire.

J'observe seulement que les cyanates que j'obtiens, n'ont pas le caractère de ceux que M. Wöhler a signalés sous cette dénomination ; ils peuvent être dissous, évaporés par ébullition, redissous et cristallisés plusieurs fois sans éprouver d'altération.

La combinaison de l'acide cyanique avec l'ammoniaque, que j'ai nommée plus haut, n'a aucun rapport, dans ses propriétés, avec celle que cet habile chimiste produit en unissant son acide avec le même alcali, ce qui lui donne, et c'est un fait bien remarquable, de l'urée tout-à-fait semblable à celle qu'on peut extraire de l'urine.

J'ai aussi remarqué, comme M. Liebig, dans la préparation du cyanate de potasse de M. Wohler au moyen d'un mélange de ferro-cyanure de potassium et de peroxide de manganèse, que ce mélange, avant que la température fût élevée au rouge, brûlait comme un pyrophore en dégageant beaucoup d'ammoniaque. J'avais déjà vu ce phénomène de l'incandescence, toutes les fois que j'ai eu occasion de chauffer le ferro-cyanure de potassium pour décomposer le cyanure de fer ; la matière fondue se maintient rouge très-long-temps, même hors du feu.

Ainsi l'acide cyanique dont il est ici question, diffère, comme on voit, de celui de M. Wöhler, par

sa stabilité ; il en diffère par les proportions de ses principes constituans, puisque, d'après l'analyse qu'il en a faite dans les composés qui le contiennent, il le trouve formé d'un atome de cyanogène et d'un atome d'oxigène : proportions qui correspondront probablement à un acide moins oxigéné, à l'acide cyaneux qui pourrait être produit par le *proto-chlorure de cyanogène* (le gazeux), en décomposant l'eau.

En effet, le sel résultant de la combinaison de l'acide cyanique le moins oxigéné avec la potasse (*cyanite de potasse*), étant facilement décomposé lui-même par l'eau à la chaleur de l'ébullition, doit donner deux atomes d'acide carbonique et un atome d'ammoniaque, d'où un atome de carbonate d'ammoniaque et un atome de carbonate de potasse ou enfin de l'ammoniaque et du bi-carbonate de potasse. M. Wöhler a constaté sa transformation en carbonate de potasse et en ammoniaque (1); tandis que, avec le composé de potasse et de l'acide cyanique le plus oxigéné (*cyanate de potasse*), on obtiendrait également, dans la même circonstance, du carbonate de potasse et du carbonate d'ammoniaque dans les mêmes rapports, mais un atome d'oxigène en plus, dont le déplacement n'est point sollicité par une réaction ; ce qui est probablement la cause de la résistance de cet acide à la décomposition, ou de la stabilité dont il jouit.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXVII, page 197.

Considérations sur le liquide jaune qu'on obtient par l'action du chlore sur une dissolution de cyanure de mercure sous l'influence solaire.

La circonstance de la découverte d'un composé nouveau de chlore et de cyanogène a dû naturellement me donner à penser qu'il peut en exister un autre liquide.

Si l'analyse que j'ai présentée ci-dessus du perchlorure de cyanogène, qui lui reconnaît précisément le double de chlore que dans le chlorure gazeux (le proto-chlorure) est exacte, il est difficile d'admettre une proportion intermédiaire entre le gazeux et le solide; pourtant c'est l'ordre habituel des composés; alors il serait formé de deux atomes de cyanogène et de trois atomes de chlore.

Cependant je suis revenu à examiner le liquide jaune, qui résulte de l'action du chlore sur une dissolution de cyanure de mercure exposée au soleil, liquide que d'abord j'avais cru être un composé de chlore et de cyanogène, mais que, par des raisons que j'ai données alors, je fus conduit à regarder comme un mélange de chlorure d'azote et de proto-chlorure de carbone.

D'après le nouvel examen que j'en ai fait, cette façon de voir sera, sinon entièrement changée, du moins grandement modifiée, bien que je retrouve toujours dans ce liquide jaune, des propriétés très-différentes de celles des deux autres chlorures de cyanogène, entre autres celle de donner tout à coup, par la plus légère chaleur, beaucoup d'azote, un peu d'acide carbonique, de l'acide hydro-chlorique et en même temps du perchlorure de carbone. Tandis que les deux autres, les

acides gazeux et solide, peuvent être retirés, en grande partie, après un temps assez long, de leur dissolution ou séjour sous l'eau; seulement une portion se transforme lentement, comme je l'ai dit, par la décomposition de l'eau sans dégagement de gaz, en acide hydro-chlorique et en acide cyanique pour le solide, et probablement en acide cyaneux pour le gazeux.

Toutefois, comme ce liquide jaune, quand il a été préalablement uni au potassium, produit du bleu avec le sulfate de fer et un acide, ainsi que du chlorure d'argent par les sels de ce métal, il faut reconnaître qu'il renferme du chlorure de cyanogène, mais qui doit être associé à d'autres corps qui modifient d'une manière bien singulière ses propriétés. On pourrait supposer que c'est un mélange de chlorure d'azote et de proto-chlorure de carbone qui tiendrait en dissolution du perchlorure de cyanogène; ce dernier, je l'ai essayé, se dissout très-bien dans le liquide jaune.

En attendant, je dois parler d'une propriété des plus remarquables de ce liquide jaune, propriété que je lui ai récemment reconnue.

Lorsqu'on met en contact de petites portions de ce liquide jaune avec du potassium et qu'on pétrit à froid, avec un tube, ces deux corps ensemble, il y a une forte détonation en chauffant doucement.

Si encore le potassium, étant légèrement chauffé sur un fragment de porcelaine, on fait arriver sur le métal quelques gouttes du liquide jaune, il y a combustion paisible avec flamme d'un blanc verdâtre; dans cet état, il suffit d'y poser avec un tube une nouvelle quantité du liquide jaune et de presser pour produire la détona-

tion, en sorte qu'en promenant le tube sur la matière, y exerçant un peu de pression, on donne lieu à des fulminations continues avec flamme rougeâtre, semblables à celles qui résultent de la décomposition du fulminate d'argent ou de l'iodure d'azote. On remarque en même temps dans l'air la solidification d'un corps blanc, probablement le chlorure de potassium; mais elle est accompagnée d'une odeur piquante, qui paraît être celle d'un chlorure de cyanogène.

La connaissance de cette propriété du liquide jaune que j'avais acquise, et que je pouvais encore rapporter au chlorure d'azote dont j'attribuais la stabilité à son association intime au chlorure de carbone, m'a néanmoins ramené à la pensée de chercher à constater l'existence, dans ce liquide jaune, d'un chlorure de cyanogène, d'un acide cyanique ou d'un acide cyaneux, dont la formation pouvait avoir été déterminée par son contact avec l'eau.

A cet effet, dans l'intention de recueillir les gaz qui pouvaient être produits, j'introduisis dans un tube, sous le mercure, quatre à cinq gouttes du liquide jaune, de celui que je garde sous l'eau depuis mes premières expériences, c'est-à-dire depuis plus d'un an, pendant lequel temps il a constamment dégagé, comme il dégage encore, de l'azote, de l'acide carbonique et dépose du chlorure de carbone; ces quatre à cinq gouttes du liquide jaune ancien étant sous le tube, j'y fis passer un petit fragment de potassium; le contact de ce dernier donna lieu immédiatement à une petite quantité de gaz; ce que j'attribuai à de l'eau que pouvait avoir retenu le liquide jaune.

Après plusieurs heures de contact, que je rendais

plus exact en agitant de temps à autre, voulant recueillir l'acide carbonique que je supposais devoir être produit par l'action successive du potassium et d'un acide, toujours dans la pensée de l'existence d'un composé de cyanogène, j'y introduisis quelques gouttes d'acide hydrochlorique, qui donnèrent lieu à un nouveau dégagement de gaz. J'avais déjà agité plusieurs fois, lorsqu'au moment où j'agitais encore, une détonation des plus violentes brisa le tube dans mes mains.

Le liquide jaune (je dois rappeler que M. Gay-Lussac, dans son beau travail sur l'acide hydro-cyanique, l'avait déjà signalé et considéré comme un composé de chlore et de cyanogène), ce liquide, dis-je, est transparent dans les premiers momens de sa formation; il se trouble bientôt en donnant lieu à un dégagement très-considérable de gaz; séparé de la dissolution sur laquelle il s'est formé, et soumis à la distillation, seul ou avec du chlorure de calcium, la plus légère chaleur le fait entrer vivement en ébullition, dégageant encore une quantité très-grande de gaz reconnue être un mélange d'azote et d'acide carbonique, dont ce dernier ne fait assez exactement que le quart; des vapeurs d'acide hydro-chlorique se manifestent en même temps.

En continuant la distillation assez long-temps pour tout faire passer dans le récipient, il ne se dégage presque plus, vers la fin, ni gaz, ni acide hydro-chlorique, et le liquide distillé dépose, par le refroidissement, une matière cristallisée, conservant l'odeur excessivement piquante du liquide jaune; mais cette odeur se perd par la pression à plusieurs reprises entre du papier joseph; il ne se conserve plus ensuite qu'une

odeur aromatique, ayant de l'analogie avec celle du camphre.

Si, après avoir séparé la matière cristallisée du liquide distillé déjà incolore, on distille une seconde fois, on n'obtient plus de gaz, mais encore de la matière cristalline, laquelle est susceptible, ainsi que la première, de se dissoudre en totalité, à l'aide d'une légère chaleur, dans le liquide même où elle s'est déposée, et de cristalliser de nouveau par le refroidissement (1).

Le liquide jaune, avant comme après sa distillation, étant soumis à l'action de l'ammoniaque liquide ou de la potasse caustique, se décompose assez lentement; il reste une matière insoluble qui retient encore un peu de liquide piquant, mais qui, après avoir été pressé entre du papier joseph, perd cette odeur piquante, et n'a plus que celle analogue au camphre.

Enfin, le liquide, soit jaune, soit décoloré par la distillation, ayant abandonné l'excès de matière cristallisable qu'il ne peut tenir en dissolution, mis en contact avec le potassium, donne lieu à une combinaison susceptible de détoner avec la plus grande violence par la pression ou la chaleur.

Voici les conséquences qu'on peut tirer de ce qui précède:

Le liquide jaune obtenu par l'action du chlore sur

---

(1) Ces cristaux, ainsi que le perchlorure de cyanogène, donnent lieu quelquefois, en les unissant au potassium, à de petites fulminations; ce qui pourrait dépendre, pour ces cristaux, d'une petite quantité du corps liquide éminemment détonant dont ils seraient restés imprégnés.



une dissolution de cyanure de mercure sous l'inflence solaire serait, immédiatement après sa formation, une association de chlorure d'azote, d'un chlorure de cyanogène liquide et de perchlorure de carbone tenu en dissolution.

Le chlorure d'azote se décompose facilement, et, dans ce cas, sans détonation, à raison de son union avec le chlorure de carbone et le chlorure de cyanogène; il en résulte de l'acide hydro-chlorique, de l'azote et de l'acide carbonique, par suite de la décomposition du chlorure d'azote, de l'eau, et probablement d'une certaine quantité de chlorure de cyanogène liquide. La production énorme d'azote relativement à celle d'acide carbonique, ne pourrait s'expliquer par la seule décomposition du chlorure de cyanogène : elle donnerait, pour le cyanogène, 1 volume d'azote et 2 volumes d'acide carbonique, tandis qu'on a 3 volumes d'azote pour 1 volume d'acide carbonique.

La décomposition du chlorure d'azote et du chlorure de cyanogène, doit nécessairement donner lieu à la précipitation de la quantité de chlorure de carbone qu'ils tenaient en dissolution.

Le liquide jaune, après sa distillation, et conséquemment après la décomposition du chlorure d'azote, est incolore et transparent comme l'eau; son odeur est toujours très-piquante; il peut être considéré comme du chlorure de cyanogène liquide, tenant en dissolution du perchlorure de carbone; car on a vu qu'en soumettant à l'action de l'ammoniaque ce liquide blanc, il restait du chlorure de carbone, celui-ci n'étant pas

attaquable par les alcalis qui absorbent ou détruisent les chlorures de cyanogène.

On voit que la question relative à la nature du liquide jaune résultant de l'action du chlore en excès sur une dissolution de cyanure de mercure sous l'influence solaire, n'est pas décidée; elle demande de nouvelles recherches : je me propose de les continuer; mais ces recherches ne peuvent être reprises que par intervalles; car, indépendamment du danger des fulminations, on a à se garantir de l'action du corps même dont la volatilisation cause de douloureux larmoiemens et fatigue les organes de la respiration de manière à rendre l'observation très-difficile.

Je prends la liberté de rappeler chaque fois à l'Académie les difficultés dont se trouve environnée l'étude du genre du corps dont j'ai eu à l'entretenir, afin de me justifier, pour ainsi dire, de n'avoir pas été assez heureux pour pouvoir lui présenter une solution entière sur ce dernier objet, toutefois digne d'attention, puisqu'il se rattache à la connaissance d'un chlorure de cyanogène particulier, et peut-être à celle d'un acide formé de cyanogène et d'oxigène, différent de celui qui a fait le sujet d'une partie de ce Mémoire.

NOTICE *sur la Pesanteur spécifique des corps, considérés comme caractère minéralogique.*

PAR Mr F. S. BEUDANT.

LORSQU'ON fait attention que la pesanteur spécifique tient de très-près à la nature des corps, on est conduit à la regarder comme un caractère important pour la détermination des espèces minérales. Cependant, en examinant les données qui se trouvent dans les ouvrages de minéralogie, on voit qu'il y a des discordances telles qu'il est impossible d'accorder aucune confiance à ce caractère. Par exemple, en se bornant au carbonate de chaux, on trouve dans les auteurs des indications de pesanteur spécifique, depuis 2,324 jusqu'à 3,672, en sorte qu'il y a plus de différence entre des échantillons d'une même matière, qu'on n'en trouve souvent entre des matières tout-à-fait distinctes les unes des autres.

Ces variations dans les expressions numériques de pesanteur spécifique m'ont frappé depuis long-temps, et je les ai attribuées, d'un côté, à ce que les substances se trouvent souvent mélangées de matière étrangère à leur composition principale, d'un autre, à ce que les poids spécifiques ont été pris par différentes personnes qui n'observaient pas toutes avec la même attention, et qui d'ailleurs avaient pu opérer par des moyens différens. Je pensais donc que les discordances disparaîtraient, au moins pour des substances pures, lorsqu'on se livrerait de nouveau à ce genre de recherches; cependant, ayant pris moi-même des pesanteurs spécifiques de quelques variétés de diverses substances, je

trouvai également des variations, à la vérité beaucoup moins fortes que celles qu'on observe dans les auteurs, mais qui n'en existaient pas moins, et, par cela même, méritaient d'être étudiées avec quelque soin. Je continuai donc, autant qu'il me fut possible, de prendre des pesanteurs spécifiques, en choisissant diverses variétés des mêmes substances, et me bornant strictement à celles qui étaient identiques par la composition chimique, de manière à n'avoir pas à m'occuper de l'influence des mélanges. Voici le tableau des résultats auxquels je suis parvenu :

1°. CARBONATE DE CHAUX PURE, RHOMBOÉDRIQUE.

		Pesanteur spécifique.
En petits cristaux.	rhomboédriques.....	2,7234
		2,7233
		2,7231
	en prismes à bases d'hexagones réguliers.	2,7227
		2,7225
	métastatiques.......	2,7224
		2,7223
D'Islande, limpide et bien homogène.....		2,7213
D'Islande, limpide, mais formé de petits cristaux régulièrement disposés.........		2,7138
D'Islande, limpide, mais formé de petits cristaux irrégulièrement disposés.......		2,7131
Portion d'un gros cristal métastatique du Derbishire..........................		2,71303
Portion d'un gros cristal rhomboédrique, modifié par un dodécaèdre sur les arêtes inférieures..........................		2,71124

Lamellaire, à grandes lames............	2,7069 2,7068
Lamellaire, à petites lames............	2,7069 2,7061 2,7058
Saccharoïde, mais tenant un peu de magnésie.	2,7063
Fibreuse, à fibres fines, droites, parallèles.	2,7056
Fibreuse, à grosses fibres divergentes.....	2,7041
Fibreuse, à fibres fines entrelassées......	2,6937
Lamello-compacte.....................	2,7102
Fibro-compacte.......................	2,7092
Compacte, à cassure conchoïde..........	2,7195
En stalactite fibreuse................	2,7049
En stalactite fistulaire compacte..........	2,5239

Les variétés impures sont tantôt plus, tantôt moins pesantes que les variétés pures dont elles se rapprochent par leur forme ou leur structure.

2°. CARBONATE DE CHAUX, ARRAGONITE, PUR.

En petits cristaux......................	2,9467 2,9459 2,9457
En gros cristaux évidemment formés de petits cristaux........................	2,9071 2,9069
En cristaux mâclés de Leogang...........	2,9063
Idem d'Arragon......................	2,9058 2,9053
Fibreuse, à fibres droites parallèles.......	2,9297 2,9287
Fibreuse, à fibres entrelassées...........	2,9169 2,9158

Fibro-compacte, ...	2,9283
Coralloïde, translucide, à pointes cristallines..............................	2,8321
Idem, opaque, à surface lisse..........	2,7647

3°. MALACHITE, CARBONATE VERT DE CUIVRE HYDRATÉ, PURE.

En très-petits cristaux extraits de la surface d'une masse fibreuse.....................	3,5907
Epigène, sous la forme du carbonate bleu, et à structure fibreuse................	3,3572 3,3547
Epigène, sous la forme du protoxide de cuivre	3,3496
Fibreuse, à fibres droites divergentes......	3,5734
Fibro-compacte........................	3,5812
Stalactitique testacée.....................	3,5673

4°. CARBONATE DE PLOMB PUR.

En petits cristaux limpides..............	6,7293
En gros cristaux........................	6,7239 6,7231 6,7228
En cristaux mâclés.....................	6,7217
Fibreux, limpide, à fibres parallèles...	6,7119
Fibreux, opaque, à fibres divergentes et un peu entrelassées.....................	6,7108 6,7102

5°. SULFATE DE CHAUX HYDRATÉ, GYPSE.

En petits cristaux........................	2,3257
En gros cristaux limpides, réguliers.....	2,3243 2,3241

En gros cristaux oblitérés		2,3121 2,3115
Lamellaire		2,3091 2,3087
Fibreux, à petites fibres parallèles, contournées		2,2985
Fibreux, à grosses fibres contournées		2,2859
En crosse		2,2858
Niviforme		2,2615
Lamello-compacte		2,3175 2,3112
Fibro-compacte		2,3121

6°. SULFATE DE STRONTIANE.

En petits cristaux		3,9593
En gros cristaux		3,9582 3,9579 3,9577
Fibreux, à fibres divergentes		3,9410
———, à fibres entrelassées		3,9297

7°. SULFURE DE PLOMB, PUR.

En petits cristaux	cubiques	7,7593 7,7585
	octaèdres	7,7576 7,7569 7,7568
En gros cristaux		7,7384 7,7298 7,7169 7,6593

En prisme hexagone provenant de la décomposition complète du phosphate........	7,6389 7,6107
En octaèdre rectangulaire provenant de la décomposition du carbonate..........	7,608
Lamellaire à grandes lames..............	7,7406
Lamellaire à petites lames..............	7,7403
Lamello-fibreux (galène palmée)........	7,7398
Lamello-compacte....................	7,7487

8°. QUARZ PUR, SANS COULEUR.

En petits cristaux......................	2,6541
En gros cristaux.......................	2,6532
En masse limpide......................	2,6531 2,6530
Fibreux, à fibres fines parallèles........	2,6365 2,6358
Fibreux, à grosses fibres divergentes......	2,6359 2,6354
Granulaire, plus ou moins compacte.....	2,6361 2,6407 2,6413

Je pourrais encore consigner ici des observations sur plusieurs substances, mais les résultats sont moins susceptibles de comparaison, parce qu'il est presque impossible de se procurer des variétés de ces substances qui soient identiquement de même composition; presque dans toutes, on trouve des mélanges qui varient considérablement ou par la nature, ou par la quantité. Il résulte de là que, pour tirer quelque parti des observations sur la pesanteur spécifique, il faut prendre en considération l'influence des mélanges, ce qui exige une

autre espèce de travail, dont je donnerai plus tard les résultats.

Pour le moment, je me bornerai aux faits que présentent les huit substances pures que je viens de citer, et qui offent déjà cent quatre observations de pesanteur spécifique.

En étudiant le tableau précédent, on peut y remarquer plusieurs faits qui me paraissent offrir un assez grand intérêt.

1°. En comparant entre eux les nombres qui se rapportent aux différentes variétés d'une même substance, on voit évidemment qu'il y a dans chacune d'elles des variations notables dans la pesanteur spécifique, qui, par conséquent, ne peut pas être prise pour caractère distinctif.

2°. En comparant à la fois les nombres et les annotations qui précèdent chacun d'eux, on voit que les variations de pesanteur spécifique sont en rapport avec les différens états sous lesquels se trouvent les substances, et que les nombres sont d'autant plus grands que la matière approche plus d'être cristallisée régulièrement.

3°. Dans toutes les substances, ce sont toujours les petits cristaux qui présentent la plus grande pesanteur spécifique, d'où il suit que ce sont eux qui présentent dans leur masse plus d'homogénéité, ce qui se rattache à ce que l'on sait depuis long-temps, que ce sont les petits cristaux qui offrent aussi le plus de netteté dans leurs formes.

4°. Dans tous les gros cristaux, la pesanteur spéci-

fique est plus faible que dans les petits, et quelquefois même la différence est assez grande. Il en résulte nécessairement que les gros cristaux ont dans leur intérieur des vides plus ou moins considérables, et par conséquent que les groupemens de petits cristaux, par le moyen desquels se forment généralement les cristaux d'un gros volume, n'ont pas la régularité qu'on leur a supposé, et qu'il doit exister entre eux des espaces plus ou moins considérables, même lorsque la masse paraît avoir le plus d'homogénéité. Cette observation s'accorde avec celle qu'on a déjà faite sur les variations des effets optiques dans les gros cristaux, et d'où l'on avait également conclu l'irrégularité de leur intérieur.

5°. Les variétés à structure lamellaire, fibreuse, etc., sont généralement celles qui offrent les plus petites pesanteurs spécifiques; c'est ce que l'on voit à la plus légère inspection du tableau. Mais, lorsque dans chaque substance on vient à prendre la différence entre la pesanteur des variétés lamellaire, fibreuse, etc., et les petits cristaux, et à comparer ensuite toutes les substances entre elles sous ce rapport, on observe un fait qui n'est pas moins remarquable : on trouve alors que les variations sont sensiblement de même valeur dans toutes les substances, comme on peut le voir dans le tableau suivant :

Différence entre les petits cristaux et les variétés.

	Lamellaires.	Fibreuses, à fibres		
		Parallèles.	Divergentes.	Entrelassées.
Carbonate de chaux.	0,0165 0,0164 0,0165 0,0173 0,0176	0,0178	0,0193	0,0297
Arragonite......	....	0,0170 0,0180	....	0,0298 0,0309
Malachite........	....	.....	0,0173	
Carbonate de plomb.	....	0,0174	0,0185 0,0191	
Sulfate de chaux...	0,0166 0,0170	....	....	0,0272 0,0398 } (*a*)
Sulfate de strontiane.	....	.....	0,0183	0,0296
Sulfure de plomb...	0,0187 0,0190	.....	0,0195	
Quarz............	......	0,0176 0,0183	0,0182 0,0187	
Termes moyens...	0,0173	0,0177	0,0186	0,0312

Par conséquent, en prenant des termes moyens, on voit que la structure lamellaire diminuerait la pesanteur spécifique d'environ 0,0173 ; la structure fibreuse, à fibres parallèles, d'environ 0,0177 ; celle à fibres divergentes, de 0,0186 ; et enfin la structre à fibres entrelassées, de 0,0312. On voit, par le tableau, qu'il n'y a d'exception un peu apparente que pour une des variétés de sulfate de chaux, ce qui tient peut-être à la facilité de clivage.

(*a*) Ici les fibres sont parallèles et seulement contournées.

6°. Dans ces mêmes variétés, lamellaire, fibreuse, etc., la pesanteur spécifique varie suivant la grosseur des lames ou des fibres; en sorte que, quand elles deviennent très-fines, la pesanteur augmente, et se rappoche plus ou moins de celle qu'on observe dans les petits cristaux; c'est ce que l'on voit surtout dans les variétés lamello-compacte, fibro-compacte, etc. Il résulte de là que la comparaison que nous venons de faire des diverses substances qui ont la structure lamellaire ou fibreuse, ne peut être exacte que dans le cas où il y a identité dans la grosseur des lames et des fibres de part et d'autres. Mais cette observation même tend à établir de plus en plus l'opinion que j'ai émise, que pour une même structure, la variation de pesanteur spécifique est la même, quelle que soit la nature de la substance.

7°. Les variations qu'on observe dans les gros cristaux sont irrégulières, et ne peuvent plus être comparées d'une substance à l'autre, comme celles que présentent les variétés lamellaires. Cette irrégularité indique nécessairement quelque chose de tout-à-fait accidentel dans la manière dont les petits cristaux se groupent pour en former de gros.

8°. Les plus faibles pesanteurs spécifiques paraissent avoir lieu dans les variétés épigènes des diverses substances; c'est ce qu'on remarque dans la malachite épigène provenant, soit de la décomposition complète du carbonate bleu de cuivre, soit de celle du protoxide de ce métal, et dans le sulfure de plomb provenant de la décomposition du phosphate et du carbonate. C'est, par conséquent, dans ces cas de décomposition que les structures deviennent les plus irrégulières; on remarque

en effet cette irrégularité d'une manière bien sensible à l'examen de ces variétés.

Il résulte de ces diverses observations que les substances minérales sont susceptibles de subir, dans leur pesanteur spécifique, des variations qui tiennent à la manière dont les cristaux rudimentaires s'agrègent pour former des masses plus ou moins considérables. D'après cela, il faut concevoir qu'il y a plus de pores dans certains cas que dans d'autres ; mais, s'il en est ainsi, toutes les variétés doivent présenter le même poids spécifique, lorsqu'on a détruit leur genre d'agrégation en les réduisant en poudre ; or, c'est précisément ce qui a lieu : toutes les variétés d'une même substance offrent ce que l'on peut appeler la même pesanteur spécique absolue, et les différences qu'on trouve rentrent dans la limite des erreurs possibles dans les opérations. C'est ce qu'on voit dans le tableau suivant, où j'ai pris la pesanteur spécifique de plusieurs des variétés que j'avais précédemment examinées après les avoir réduites en poudre.

Noms des Substances.	Pesanteur spécifique relative au volume extérieur.	Pesanteur spécifique rélative au volume réel de matière.
Carbonate de chaux en petits cristaux......................	2,7234	2,72320
	2,7231	2,72321
	2,7224	2,72319
Idem, portion d'un gros cristal..	2,71303	2,72314
Id. lamellaire..................	2,7058	2,72330
Id. fibreux, à grosses fibres....	2,7041	2,72317
Id. à fibres entrelassées:........	2,6937	2,72293

Id. en stalactites, fistulaire compacte................	2,5239	2,72287
Arragonite en petits cristaux....	2,9467	2,9469
Id. en cristaux mâclés de Leogang.	2,9063	2,9467
Id. à fibres entrelassées........	2,9158	2,9468
Id. coralloïde à surface lisse....	2,7647	2,9461
Malachite en petits cristaux.....	3,5907	3,5903
Id. épigène..................	3,3572	3,5904
Id. fibreuses, à fibres droites divergentes................	3,5734	3,5901
Id. stalactitique testacé........	3,5673	3,5905
Carbonate de plomb en petits cristaux.....................	6,7293	6,7289
Id. en cristaux mâclés..........	6,7217	6,7290
Id. fibreux opaque............	6,7102	6,7292
Sulfate de chaux en petits cristaux.	2,3257	2,3316
Id. en cristaux oblitérés........	2,3115	2,3317
Id. lamellaire................	2,3091	2,3318
Id. fibreux à grosses fibres.....	2,2859	2,3315
Id. niviforme................	2,2615	2,3316
Sulfate de strontiane en petits cristaux.....................	3,9593	3,9591
Id. en gros cristaux...........	3,9579	3,9594
Id. fibreux à fibres divergentes..	3,9410	3,9592
Sulfure de plomb en petits cristaux.....................	7,7593	7,7590
	7,7568	7,7591
Id. en gros cristaux...........	7,7169	7,7594
Id. provenant de la décomposition du phosphate..............	7,6389	7,7593
Id. lamellaire................	7,7406	7,7593
Quarz en petits cristaux.......	2,6541	2,6541
Id. fibreux à fibres fines parallèles....................	2,6365	2,6540
Id. à grosses fibres...........	2,6354	2,65399
Id. granulaire...............	2,6407	2,6540

Il est clair, d'après cela, que si l'on veut faire de la pesanteur spécifique un caractère comparable, et par conséquent d'une certaine importance en minéralogie, c'est le poids spécifique absolu qu'il faut prendre, et non le poids relatif au volume extérieur que présente la matière, comme on l'a fait jusqu'ici. Pour cela, il suffit de réduire toujours la matière en poussière fine qu'on laisse bien imbiber du liquide qui sert de commune mesure.

Je dois remarquer à cet égard que l'on commettra probablement encore par ce moyen une petite erreur, et que si l'on obtient des nombres comparables, ce qui au reste nous suffit, on n'aura pas le véritable poids spécifique absolu du corps. En effet, en examinant le dernier tableau que je viens de tracer, on peut observer que, dans cinq des huit substances que j'ai étudiées, le nombre qu'on obtient après avoir réduit les petits cristaux en poussière, est un peu plus faible que celui qu'on obtient de ces petits cristaux eux-mêmes, ce qui tient probablement à ce qu'on a produit quelques fissures dans les particules en brisant le corps. Il en résulte que les types de pesanteur spécifique devraient plutôt être pris sur les petits cristaux que sur leur poussière, mais alors on s'éloignerait un peu de celle qu'on pourrait obtenir pour les autres variétés.

D'après ces observations, je crois pouvoir fixer les pesanteurs spécifiques comparables, aux nombres suivans, pour les huit substances que j'ai examinées, et pour lesquelles j'ai pris les moyennes de toutes les observations.

Carbonate de chaux rhomboédrique......	2,7231
Carbonate de chaux arragonite...........	2,9466
Malachite..............................	3,5904
Carbonate de plomb....................	6,7290
Sulfate de chaux (gypse)...............	2,3316
Sulfate de strontiane..................	2,9592
Sulfure de plomb.....................	7,7592
Quarz...............................	2,6540

Ces nombres sont sensiblement constans dans toutes les variétés, et peuvent servir à distinguer les substances entre elles lorsqu'elles sont pures. Il serait à désirer qu'on fît la même opération pour toutes les autres substances; mais, jusque là, on doit choisir pour types parmi les nombres trouvés par la méthode ordinaire, ceux qui se rapportent aux cristaux, et particulièrement aux petits.

EXTRAIT (1) *d'un Mémoire sur le Gaz acide carbonique atmosphérique.*

PAR M. THÉOD. DE SAUSSURE.

LE gaz acide carbonique a été évalué dans la plupart des expériences dont il s'agit ici, par le poids du carbonate formé avec de l'eau de baryte dans des ballons

(1) Communiqué par l'auteur. Ce beau Mémoire a été lu à la Société helvétique des Sciences naturelles, en juin 1828. L'extrait qui paraît ici contient les résultats de quelques expériences faites depuis cette époque.

de verre, dont chacun contenait un volume d'air compris entre trente et quarante cinq litres.

La quantité du gaz acide carbonique de l'air libre dans un même lieu, éprouve, ainsi que la température, les vents, la pluie, la pression atmosphérique, des changemens presque continuels. Les observations que j'ai faites depuis 1816 jusqu'au mois de juin de cette année, dans une prairie de Chambeisy, à trois quarts de lieue de Genève, indiquent que la quantité moyenne d'acide carbonique en volume que 10,000 parties d'air contiennent au milieu du jour, est égal à 5, ou plus exactement à 4,9. Le *maximum* de ce gaz est 6,2 ; le *minimum* est 3,7.

Les observations publiées (*Bibliothèque univ.*, v. 1,) indiquaient pour *maximum* dans le même lieu, une plus grande proportion d'acide; mais il est probable que cet excès dépendait de l'imperfection du procédé.

L'augmentation de la quantité moyenne du gaz acide carbonique en été, et sa diminution en hiver, se sont manifestées dans des stations différentes, dans les champs comme à la ville, sur le lac de Genève et sur une colline, par un air calme et par un air agité. D'après un terme moyen entre trente observations faites à Chambeisy, pendant sept ans, avec l'eau de baryte, la quantité d'acide carbonique des mois de décembre, janvier et février, au milieu du jour, est à celle de juin, juillet et août, dans le rapport de 100 à 77.

Ce rapport n'est pas constant pour toutes les années ; on trouve en été et en hiver, des momens qui font exception, et dans lesquels la quantité d'acide carbonique de l'été est inférieure à celle de l'hiver, ou *vice versâ*:

ainsi, d'après plusieurs années d'observations, la quantité moyenne du gaz acide carbonique du mois de janvier dans 10,000 d'air en volume, est de 4,23; mais la quantité du gaz acide carbonique du mois de janvier 1828 qui était extraordinaire par la douceur de sa température, s'est élevée à 5,1. La quantité moyenne d'acide carbonique du mois d'août, prise sur des années différentes, est 5,68; mais, d'après une moyenne prise entre quatre observations (dont les résultats sont très-rapprochés) dans le mois d'août 1828, qui a été singulièrement froid et pluvieux (1), la quantité de l'acide carbonique, au milieu du jour, n'a été que 4,45.

La différence des quantités de gaz acide carbonique contenu dans l'air par un temps calme, pendant le jour et pendant la nuit, est un des résultats les plus remarquables de mes dernières observations. Voici le tableau des expériences que j'ai faites, les mêmes jours, en rase campagne, à midi et à onze heures du soir.

Gaz acide carbonique dans 10000 parties d'air, à midi.		Gaz acide carbonique dans 10000 p. d'air, à 11 heures du soir.
22 mai 1827.....	5,81	...... 6,23.
7 juillet.......	5,8	...... 6,2.
3 septembre....	5,61	...... 6,01.
6 novembre....	4,3	...... 4,86.
31 mai 1828.....	4,75	...... 5,65.
13 juin..........	5,06	...... 5,83.
26 juin.........	5,39	...... 5,22.
1 août.........	4,32	...... 6,06.
12 août.........	4,29	...... 5,82.

(1) La comparaison de quelques observations faites à des époques très-éloignées, m'a porté à admettre, dans le Mé-

Il résulte de ces observations, que l'air contient, par un temps calme, plus d'acide carbonique pendant la nuit que pendant le jour. La seule exception à ce résultat a eu lieu le 26 juin 1828, par un vent d'une extrême violence, tandis que toutes les autres observations ont été faites par un temps calme ou un air faiblement agité. J'ai acquis assez d'habitude dans ce genre d'expériences pour pouvoir affirmer que la différence générale qui se trouve dans ce tableau, ne saurait dépendre des erreurs d'observation. Il me reste à rechercher si cette différence se maintient au milieu de l'hiver, ou quand la végétation n'a aucune activité.

L'air pris au milieu du lac Léman, vis-à-vis de Chambeisy, contient en moyenne un peu moins d'acide carbonique que l'air pris à cent toises du rivage. D'après huit observation faites les mêmes jours à midi, à des époques différentes, les quantités d'acide dans les deux stations, sont entre elles dans le rapport de 100 à 98,5; mais les deux airs suivent relativement aux saisons les mêmes variations.

L'air de Genève contient plus d'acide carbonique que l'air d'une prairie de Chambeisy, à peu près dans le rapport de 100 à 92, par six observations faites en même temps dans les deux stations. Une plus grande pureté dans l'air de la campagne pouvait être prévue; je ne cite ce résultat que parce que les autres moyens eudio-

---

moire lu en juin à la Société helvétique, que la pluie augmentait la proportion de l'acide carbonique atmosphérique; mais les expériences nombreuses que j'ai faites dernièrement à ce sujet, contredisent, du moins pour l'été, cette opinion.

métriques n'indiquent aucune différence entre ces deux airs, et qu'il montre l'utilité du procédé dont il s'agit ici.

Comme on n'a pas encore démontré des variations dans le gaz oxigène atmosphérique, on pourrait croire que ce dernier et l'azote sont en rapport constant, tandis que l'acide carbonique est variable. Cette opinion ne s'appuie sur aucun résultat; on a observé des variations dans l'acide carbonique plutôt que dans l'oxigène, parce que nous avons un procédé beaucoup plus précis pour les déterminer dans le premier gaz relativement au volume de l'air, qu'aucun des moyens eudiométriques employés pour le gaz oxigène. Ces derniers ne sont pas assez exacts pour démontrer dans ce gaz, des variations qui seraient égales à la millième partie du volume de l'air. Celles que nous observons dans l'acide carbonique sont très-inférieures à cette proportion.

Je publierai dans quelques mois, avec des additions, le tableau circonstancié de toutes les observations dont j'ai parlé. Je donnerai en même temps le détail du procédé que de nombreux essais m'ont suggéré pour ces recherches qui exigent des manipulations uniformes et une extrême exactitude.

Mémoire *sur la Coloration automnale des feuilles.*

Par M. Macaire-Princep.

(Lu en novembre 1826, à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.)

Il n'est personne qui n'ait été frappé de surprise, et souvent d'admiration, par le nouveau spectacle qu'of-

frent en automne les couleurs variées et éclatantes dont la nature pare tout-à-coup les végétaux. Il semble qu'après avoir, par une teinte douce et à peu près uniforme, ménagé les yeux de l'homme pendant que le soleil est dans tout son éclat, elle profite des derniers momens qui lui restent pour déployer toute sa puissance, en donnant au paysage les teintes les plus riches et les plus variées, et terminer, par ce brillant coup-d'œil, l'ensemble des phénomènes annuels de la végétation. Ce changement si remarquable a naturellement attiré l'attention des physiologistes; mais presque tous ne l'ont envisagé qu'en passant, et comme lié à un autre fait, la chute des feuilles, dont l'explication leur semblait bien plus importante. Aussi plusieurs, tels que M. de La Mark, n'ont vu dans cette coloration automnale des feuilles qu'un état morbifique; M. Sennebier, une altération ou diminution dans leurs sucs nourriciers, qui ne fait que préparer leur chute en paralysant le réseau supérieur de la feuille, etc. Il m'a paru que ces deux phénomènes étaient assez indépendans l'un de l'autre pour demander à être examinés séparément, et quoiqu'en général on ne puisse nier que la chute des feuilles ne soit souvent précédée de leur changement de couleur, il existe un grand nombre de cas où les feuilles tombent vertes, et d'autres où elles changent de couleur sans tomber. Cette distinction a quelque importance, puisque, si ce changement de couleur de la feuille ne doit qu'amener sa chute, il doit être considéré comme un commencement de mort, comme l'ont fait la plupart des physiologistes, tandis que je crois qu'on doit l'envisager comme un phénomène de la vie

du végétal, une suite de l'action continuelle des mêmes agens qui président aux autres fonctions de la plante, opinion que le peu de faits rapportés dans ce Mémoire pourront peut-être servir à confirmer.

C'est, comme chacun sait, à la fin de l'été ou dans le courant de l'automne que s'opère dans les feuilles le changement de couleur qui fait le sujet de notre examen. Quelque variées que soient les teintes qu'elles présentent, on peut dire que, à un petit nombre d'exceptions près, elles arrivent à des nuances du jaune ou du rouge, qui sont, à cette époque, les couleurs dominantes dans le paysage. Ce n'est point tout-à-coup que le changement devient visible : pour l'ordinaire, la couleur verte disparaît par degrés dans la feuille; beaucoup de feuilles, comme celles de l'acacia, de l'abricotier, commencent à jaunir çà et là et par taches. Dans d'autres, comme le poirier, etc., il persiste long-temps des points d'un beau vert sur le fond orange ou jaune des feuilles. Quelques-unes, comme celles du *Rhus Coriaria*, commencent à changer dans leurs bords, et surtout à la pointe. Les nervures et les parties du parenchyme qui les touchent, semblent conserver leur couleur verte le plus long-temps. J'ai cru remarquer que les feuilles dont le vert est foncé prennent la couleur rouge, et celles dont le vert est clair la teinte jaune ou jaunâtre. La plupart cependant des feuilles qui deviennent rouges, passent par le jaune comme intermédiaire: on peut le remarquer dans le sumac (*Rhus Coriaria*).

Influence de la lumière. — Il était facile de voir que l'action de la lumière exerçait une grande influence sur le changement automnal de la couleur des feuilles, et que

dans les feuilles qui se recouvrent naturellement en partie, la portion découverte était toujours plus promptement et plus fortement colorée. Il s'agissait de s'assurer si le phénomène pourrait avoir lieu dans l'obscurité, et en mettant entièrement à l'abri de l'action de la lumière, soit les branches entières, soit des parties de feuilles : j'ai toujours vu que cette privation empêchait tout changement de coloration. Si la feuille entière était abritée, elle tombait verte; si seulement une partie, le reste du parenchyme se colorait, la portion couverte gardait sa couleur primitive. Je me suis assuré de plus que la lumière était nécessaire dans toutes les phases du phénomène, et si j'abritais des feuilles ou portions de feuilles qui étaient jaunes avant de rougir, comme le Sumac (*Rhus Coriaria*), la feuille tombait jaune, ou la partie couverte conservait cette couleur, tandis que le reste rougissait, ce qui démontre la nécessité de l'action de la lumière dans tous les degrés de coloration.

Action de l'atmosphère. — Chacun sait, et c'est surtout aux belles expériences de notre célèbre collègue le professeur Th. de Saussure qu'est due la démonstration de ce fait important; chacun sait, dis-je, que les parties vertes des plantes absorbent pendant la nuit une quantité d'oxigène variable, selon les espèces des végétaux, et qu'elles expirent une certaine proportion de ce gaz lorsqu'on les expose au soleil dans de l'eau de source. Curieux de connaître les modifications que la coloration automnale des feuilles pourrait apporter à ce phénomène, j'ai fait plusieurs séries d'expériences, en suivant le plus scrupuleusement qu'il m'a été possible

les indications de M. de Saussure. Je me suis d'abord assuré que les feuilles déjà colorées ne dégagent point de gaz oxigène par leur exposition à la lumière du soleil, et j'ai appris depuis que ce fait avait été reconnu par M. Sennebier. En poussant plus loin mes recherches, j'ai trouvé que dès que les feuilles étaient, soit colorées en partie, soit sur le point de changer de couleur, lors même qu'à l'œil elles paraissaient encore vertes, elles cessaient dès-lors de dégager l'oxigène au soleil. J'ai également trouvé, par un grand nombre d'essais dont je crois devoir épargner les détails, que les feuilles, arrivées au même point de tendance à la coloration automnale, continuaient à inspirer du gaz oxigène pendant la nuit, et en quantité toujours décroissante à mesure que la coloration avançait, ce qui permettait de conclure que c'était à la fixation de cet oxigène dans la matière colorante de la feuille que le changement de teinte était dû.

Du principe colorant des feuilles. — Il y a quelques années, MM. Pelletier et Caventou reconnurent à la substance verte des feuilles des propriétés spéciales, et la rangèrent sous le nom de *chlorophyle* parmi les produits immédiats du règne végétal. Cette substance, paraissant être le siége des modifications de couleur des feuilles, devait être le sujet de mon examen. Après en avoir étudié de nouveau les propriétés que je rappellerai bientôt, je m'attachai à examiner la substance correspondante des feuilles colorées en jaune et rouge par l'influence automnale. Pour obtenir la chlorophyle, MM. Pelletier et Caventou emploient l'alcool agissant sur le marc des plantes ; mais j'ai trouvé que, lorsqu'on

opérait sur des feuilles, il fallait auparavant les faire bouillir dans l'éther, pour enlever la cire et les matières grasses qu'elles contiennent presque toujours. En traitant des feuilles jaunies du peuplier (*Populus fastigiata*) par l'éther sulfurique bouillant, il se colore légèrement en jaune, et laisse déposer par le refroidissement une substance pulvérulente ayant toutes les propriétés de la cire. Par l'évaporation, on obtient une matière grasse, solide, blanche, fusible à douce chaleur, d'une forte odeur de peuplier, et laissant exhaler, lorsqu'on la chauffe, une vapeur âcre et piquante. Cette substance se retrouve de même dans les feuilles vertes. Le résidu des feuilles jaunies a été bouilli dans une suffisante quantité d'alcool à 40°, qui s'est teint d'une belle nuance jaune, et les feuilles ont perdu leur couleur. Cette dissolution alcoolique, mélangée avec l'eau, ne se trouble pas d'abord; mais bientôt il s'en sépare des flocons jaunâtres d'apparence résineuse. Si, après l'avoir mélangée avec un peu de dissolution d'alun, on y ajoute de la potasse pure, il se précipite une belle laque d'un jaune orangé. Evaporée à douce chaleur, la dissolution alcoolique des feuilles jaunes laisse déposer une substance solide d'un jaune orangé, d'une saveur comme herbacée, translucide, s'agglutinant lorsqu'elle est chaude, soluble dans l'éther et l'alcool qu'elle colore en jaune, insoluble dans l'eau froide, et se dissolvant un peu à l'aide de la chaleur dans les acides étendus; au feu, elle se fond et bouillonne, puis dégage une odeur agréable comme d'une matière végétale brûlée. Chauffée dans l'acide nitrique étendu, la matière jaune se boursouffle, puis se dissout, laissant un résidu d'un

blanc jaunâtre, qui, traité par l'eau, ne donne point d'indices de la présence de l'acide oxalique. Toutes ces propriétés lui sont communes avec la substance verte retirée par les mêmes procédés des feuilles encore vertes du même arbre, avec les seules modifications de couleur. Les différences que présentent ces deux matières sont, la solubilité dans les huiles grasses et essentielles de la résine verte, et l'insolubilité de la résine jaune dans ces mêmes menstrues et l'action des acides et des alcalis. En effet, un séjour prolongé, même à froid, de la résine jaune dans les alcalis, la ramène à une belle couleur verte, et l'action de la chaleur accélère cet effet. Elle est alors en tout semblable à la chlorophyle, et devient comme elle soluble dans les huiles. D'un autre côté, tous les corps susceptibles de céder leur oxigène, comme les acides, ou l'emploi des moyens qui facilitent la combinaison de ce gaz, comme l'exposition à l'air de la dissolution alcoolique, la chaleur, etc., font passer la chlorophyle à la couleur jaune ou rouge, de sorte que la résine des feuilles qui ont subi la coloration automnale, semble n'être que de la résine verte oxigénée, ou ayant subi une sorte d'acidification. Si on laisse séjourner quelque temps dans la potasse une feuille jaune d'un arbre quelconque, elle redevient d'un beau vert, sans éprouver d'altération sensible; l'ammoniaque et tous les alcalis ont le même effet; au contraire, le séjour d'une feuille verte dans un acide la jaunit ou rougit bientôt, et la potasse rétablit la couleur verte, etc. Il était impossible de conserver le nom de chlorophyle à une substance qui non-seulement n'était pas toujours verte, mais qui,

comme je le dirai bientôt, n'existe ailleurs que dans les feuilles, et j'avais imaginé le mot *phytochrome*, lorsque M. le professeur De Candolle, qui avait bien voulu me permettre de lui communiquer ces résultats, m'a dit avoir également senti la convenance d'adopter un nouveau mot et avoir fait choix de celui de *chromule*, que j'emploierai dans la suite de ce Mémoire.

Si l'on traite par l'alcool à 40° bouillant des feuilles rougies de sumac (*Rhus coriaria*) ou de poirier, la liqueur se colore d'un beau rouge de sang, et par l'évaporation dépose une substance résinoïde, et redevenant d'un beau vert par l'action des alcalis. Un acide, dans ce cas, rétablit la couleur rouge. Comme l'on voit la chromule verte passer souvent par la nuance jaune avant que d'arriver au rouge, l'on doit naturellement en conclure que cette dernière est à un degré un peu peu plus élevé d'oxigénation. Il résultait de ces faits, que l'on pouvait expliquer aisément le changement automnal dans la couleur de la chromule des feuilles par la fixation de nouvelles doses d'oxigène, qui continuait à être absorbé sans être exhalé. Cette addition produisait des altérations successives de couleur, sans changer notablement les autres propriétés de la chromule. On expliquait aussi aisément par là les phénomènes offerts par certaines feuilles, comme celles de l'*Arum bicolor*, qui présentent les trois couleurs rouge, jaune et verte à la fois; celles du *Tradescantia discolor*, qui offrent une belle couleur rouge à leur surface inférieure, tandis que la supérieure est verte, et l'on peut en effet retirer de ces diverses parties des chromules différemment co-

lorées, les chromules jaune et rouge passant au vert par l'action de la potasse, etc.

Ayant trouvé que la partie colorante des feuilles pouvait avec de très-légères modifications présenter les teintes variées du vert, du rouge, du jaune et de leurs mélanges, il devenait intéressant de rechercher si, d'après l'analogie que les observations des botanistes ont démontrée entre les divers organes des plantes, telles que les feuilles, les calices, les corolles et leurs dépendances, on pourrait retrouver dans les fleurs le même principe colorant qui se rencontrait dans les feuilles.

Il fut d'abord facile de retrouver dans les calices la chromule verte, telle qu'elle se présentait dans les feuilles; et en prenant pour intermédiaire les calices colorés de la *Salvia Splendens*, j'en ai retiré, au moyen de l'alcool, une substance d'un beau rouge, résinoïde, ayant tous les caractères que m'avait présentés la chromule des feuilles rougies : comme celles-ci, elle était ramenée au vert par les alcalis, redevenait rouge par l'addition d'un acide, était insoluble dans les huiles, etc. En passant aux pétales des fleurs de la *Salvia Splendens*, à la portion de la tige qui soutient les fleurs et qui est rouge comme elle, j'ai retrouvé le même produit. Les pétales de Géraniums rouges, des roses de Bengale, d'Aster, etc., traités par les mêmes moyens, ont tous donné pour principe colorant la chromule rouge, et les fleurs restaient demi-transparentes et sans couleur. Toutes les fleurs jaunes que j'ai pu examiner m'ont aussi présenté une chromule de cette couleur, ramenée au vert par les alcalis, etc.

Les fleurs blanches, le petit nombre du moins que

la saison avancée m'a permis de me procurer, paraissent contenir une chromule légèrement jaunâtre, modifiée dans sa couleur par quelque procédé naturel qu'il faudra examiner plus tard. Les fleurs bleues rougeâtres, telles que celles du viollier (*Cheiranthus*) donnèrent une teinture rosée d'abord, puis pourprée, et laissant un résidu d'une belle couleur violette. Les fleurs d'un beau bleu (*Viola odorata*) donnent de la même manière une substance d'un beau bleu, assez semblable au précédent. Cette substance verdit par les alcalis, rougit avec les acides, est soluble dans l'eau froide, et pourrait être conservée à l'état pulvérulent lorsqu'on voudrait garder la couleur des violettes. Comme on pouvait supposer qu'elle était le résultat de la combinaison de la chromule rouge et d'un alcali végétal, j'ai essayé de l'imiter par une combinaison factice du même genre. J'ai trituré avec une petite quantité d'alcali végétal, comme la quinine, la strychnine, etc., la chromule rouge retirée des feuilles de cette couleur, et j'ai trouvé que ce mélange était devenu soluble dans l'eau froide, n'avait plus l'apparence résinoïde de la chromule rouge, et prenait une teinte verte bleuâtre, aussi marquée que j'aurais osé l'attendre d'une expérience imitant de si loin les procédés naturels. Ce mélange rougit avec les acides, redevient bleuâtre par le moyen des alcalis, absolument comme le ferait une teinture bleue végétale. L'ammoniaque en vapeur donne également une teinte bleuâtre à la chromule rouge; mais, par la chaleur et l'exposition à l'air, le gaz s'évapore et la couleur rouge reparaît.

Il me semble, d'après ces faits, pouvoir conclure que

les fleurs bleues et violettes ont pour principe colorant la chromule rouge unie à un alcali végétal, conclusion que je chercherai à appuyer par l'analyse dès que la saison me le permettra.

J'avais eu l'occasion, au printemps passé, d'examiner différentes variétés d'ancholie (*Aquilegia vulgaris*), malheureusement avant que de m'occuper des expériences qui font le sujet de ce Mémoire. Cette fleur, naturellement bleue, varie aisément au rouge en passant par les intermédiaires. Les fleurs bleues et rouges, traitées séparément, soit par l'eau, soit par l'alcool, ont présenté des teintures sûrement neutres, et peut-être même alcalines dans le premier cas, et décidément acides dans le second; j'avais même reconnu que c'était de l'acide acétique que les fleurs rouges avaient cédé aux fluides employés.

En résumant les faits mentionnés dans ce court travail, je crois pouvoir y trouver les conclusions suivantes :

1°. Toutes les parties colorées des végétaux paraissent contenir une substance particulière (*la chromule*) susceptible de changement de couleur par de légères modifications.

2°. C'est à la fixation de l'oxigène et à une sorte d'acidification de la chromule qu'est dû le changement automnal de la couleur des feuilles.

Table *des Poids atomistiques des corps simples et de leurs oxides, d'après les analyses les plus exactes et les plus récentes.*

Par Mr J. J. Berzelius.

Noms.	Formules.	Oxigène = 100.	Hydrogène = 1.
Oxigène.........	O	100,0000	16,026
Hydrogène........	H	6,2398	1,000
	H (1)	12,4796	2,000
Azote............	$\overline{N}$	88,518	14,186
	N	177,036	28,372
Soufre............	$\overline{S}$	201,165	32,239
	S	402,330	64,478
Phosphore.........	$\overline{P}$	196,155	31,436
	P	392,310	62,872
Chlore............	$\overline{Cl}$	221,325	35,470
	Cl	442,650	70,940
Brome (Liebig)....	$\overline{Br}$	941,100	150,821
Iode.............	I	768,781	123,206
	I	1537,562	246,412
Fluor............	F	116,900	18,734
	F	233,800	37,469
Carbone..........	$\overline{C}$	76,437	12,250
	C	152,875	24,500
Bore.............	$\overline{B}$	135,983	21,793
	B	271,966	43,586
Silicium..........	$\overline{Si}$	277,478	44,469
Sélénium.........	Se	494,582	79,263
Arsenic..........	As	470,042	75,329
	As	940,084	150,659
Chrome..........	$\overline{Cr}$	351,819	56,383
	Cr	703,638	112,766
Molybdène........	$\overline{Mo}$	598,525	95,920

(1) Les lettres avec une barre au dessous indiquent 2 atomes. M. Berzelius coupe la lettre par un trait; mais, faute de caractères, on a mis le trait au dessous de la lettre.

Noms.	Formules.	Oxigène = 100.	Hydrogène = 1.
Tungstène.	W	1183,200	189,621
Antimoine.	Sb	806,452	129,243
	Sb	1612,904	258,486
Tellure.	$\overline{Te}$	806,452	129,243
Columbium.	Ta	1153,715	184,896
	Ta	2307,430	369,792
Titane.	$\overline{Ti}$	389,092	62,356
Or.	Au	1243,013	199,207
	Au	2486,026	398,415
Platine.	$\overline{Pt}$	1215,220	194,753
Rhodium.	R	750,680	120,305
	R	1501,360	240,610
Palladium.	$\overline{Pd}$	714,618	114,526
Argent.	Ag	1351,607	216,611
Mercure.	Hg	1265,822	202,863
	Hg	2531,645	405,725
Cuivre.	$\overline{Cu}$	395,695	63,415
	Cu	791,390	126,829
Urane.	$\overline{U}$	2711,360	434,527
	U	5422,720	869,154
Bismuth.	$\overline{Bi}$	1330,376	213,208
	Bi	2660,752	426,416
Etain.	$\overline{Sn}$	735,294	117,839
Plomb.	Pb	1294,498	207,458
	Pb	2588,996	414,917
Cadmium.	$\overline{Cd}$	696,767	111,665
Zinc.	Zn	403,226	64,621
Nickel.	Ni	369,675	59,245
Cobalt.	Co	368,991	59,135
	Co	737,982	118,270
Fer.	$\overline{Fe}$	339,213	54,363
	Fe	678,426	108,725
Manganèse.	$\overline{Mn}$	355,787	57,019
	Mn	711,575	114,038
Cerium.	$\overline{Ce}$	574,718	92,105
	Ce	1149,436	184,210

Noms.	Formules.	Oxigène = 100.	Hydrogène = 1.
Zirconium........	Zr	420,238	67,348
	Zr	840,476	134,696
Yttrium..........	$\bar{\mathrm{Y}}$	401,840	64,395
Glucinium........	Be	331,479	53,123
	Be	662,958	106,247
Aluminium........	$\overline{\mathrm{Al}}$	171,167	27,431
	Al	342,334	54,863
Magnesium........	$\overline{\mathrm{Mg}}$	158,353	25,378
Calcium..........	Ca	256,019	41,030
Strontium........	Sr	547,285	87,709
Barium...........	Ba	856,880	137,325
Lithium..........	L	127,757	20,474
Sodium...........	Na	2[illegible]0,897	46,620
	$\bar{\mathrm{N}}$a	581,794	93,239
Potassium........	$\bar{\mathrm{K}}$	489,916	78,515
Ammoniaque.......	NH^3	214,474	34,372
Cyanogène........	$\bar{\mathrm{N}}\bar{\mathrm{C}}$	329,911	52,872
A. hydrosulfurique..	$\bar{\mathrm{H}}\bar{\mathrm{S}}$	213,644	34,239
A. hydrochlorique..	$\overline{\mathrm{H}}\mathrm{Cl}$	455,129	72,940
A. hydrocyanique..	$\bar{\mathrm{H}}\bar{\mathrm{N}}\bar{\mathrm{C}}$	342,390	54,872
Eau..............	$\dot{\bar{\mathrm{H}}}$	112,479	18,026
Oxidule d'azote....	$\dot{\bar{\mathrm{N}}}$	277,036	44,398
Oxide d'azote......	$\ddot{\bar{\mathrm{N}}}$	188,518	30,212
A. nitreux (1).....	$\dddot{\bar{\mathrm{N}}}$	477,036	76,449
A. nitrique........	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{N}}}$	677,036	108,503
A. hyposulfureux...	$\dot{\mathrm{S}}$	301,165	48,265
A. sulfureux.......	$\ddot{\mathrm{S}}$	401,165	64,291
A. hyposulfurique..	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{S}}}$	902,330	144,609
A. sulfurique......	$\dddot{\mathrm{S}}$	501,165	80,317
A phosphorique....	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{P}}}$	892,310	143,003

(1) A. hyponitreux des chimistes français.

Noms.	Formules.	Oxigène = 100.	Hydrogène = 1.
A. chlorique......	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{Cl}}$	942,650	151,071
A. chlorique oxigéné	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{Cl}}$	1042,650	167,097
A. iodique........	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{I}}$	2037,562	326,543
A. carbonique.....	$\overset{\cdot\cdot}{C}$	276,437	44,302
A. oxalique.......	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{C}}$	452,875	72,578
A. borique........	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{B}}$	871,966	139,743
A. silicique.......	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{Si}$	577,478	92,548
A. sélénieux.......	$\overset{\cdot\cdot}{Se}$	694,582	111,315
A. sélénique.......	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{Se}$	794,582	127,341
A. arsénieux......	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{As}}$	1440,084	230,790
Oxidule de chrome.	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{Cr}}$	1003,638	160,845
A. chromique......	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{Cr}$	651,819	104,462
A. molybdique.....	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{Mo}$	898,525	143,999
A. tungstique.....	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{W}$	1483,200	237,700
Oxide d'antimoine..	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{Sb}}$	1912,904	306,565
A. antimonieux.....	$\overset{\cdot\cdot}{Sb}$	1006,452	161,296
	$\overset{\cdot\cdot}{\underline{Sb}}$	2012,904	322,591
A. antimonique....	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{Sb}}$	2112,904	338,617
Oxide de tellure...	$\overset{\cdot\cdot}{Te}$	1006,452	161,296
A. colombique....	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{Ta}}$	2607,430	417,871
A. titanique.......	$\overset{\cdot\cdot}{Ti}$	589,092	94,409

Noms.	Formules.	Oxig. = 100.	Hydrog. = 1.
Oxidule d'or...........	$\underline{\dot{Au}}$	2586,026	414,441
Oxide d'or............	$\underline{\dddot{Au}}$	2786,026	446,493
Oxide de platine........	$\ddot{Pt}$	1415,220	226,806
Oxide de rhodium.......	$\dddot{R}$	1801,360	228,689
Oxide de palladium......	$\dot{Pd}$	814,618	130,552
Oxide d'argent..........	$\dot{Ag}$	1451,607	232,637
Oxidule de mercure.....	$\underline{\dot{Hg}}$	2631,645	421,752
Oxide de mercure.......	$\dot{Hg}$	1365,822	218,889
Oxidule de cuivre.......	$\underline{\dot{Cu}}$	891,390	142,856
Oxide de cuivre.........	$\dot{Cu}$	495,695	79,441
Oxidule d'urane.........	$\dot{U}$	2811,360	450,553
Oxide d'urane..........	$\underline{\dddot{U}}$	5722,720	917,132
Oxide de bismuth.......	$\underline{\dddot{Bi}}$	2960,752	474,495
Oxidule d'étain.........	$\dot{Sn}$	835,294	133,866
Oxide d'étain...........	$\ddot{Sn}$	935,294	149,892
Oxide de plomb.........	$\dot{Pb}$	1394,498	223,484
Minium...............	$\underline{\dddot{Pb}}$	2888,996	462,995
Oxide brun de plomb....	$\ddot{Pb}$	1494,498	239,511
Oxide de cadmium.......	$\dot{Cd}$	796,767	127,691
Oxide de zinc..........	$\dot{Zn}$	503,226	80.649
Oxide de nickel.........	$\dot{Ni}$	469,675	75,271
Oxide de cobalt.........	$\underline{\dot{Co}}$	468,991	75,161
Peroxide de cobalt......	$\underline{\dddot{Co}}$	1037,982	166,349
Oxidule de fer..........	$\dot{Fe}$	439,213	70,389

Noms.	Formules.	Oxig. = 100.	Hydrog. = 1.
Oxide de fer..........	$\underline{\dddot{Fe}}$	978,426	156,804
Oxidule de manganèse...	Mn	455,787	73,045
Oxide de manganèse.....	$\underline{\dddot{Mn}}$	1011,575	162,117
Peroxide de manganèse...	$\ddot{Mn}$	555,787	89,071
A. manganésique.......	$\underline{\dddot{Mn}}$	1211,575	194,169
Oxidule de cérium......	$\dot{Ce}$	674,718	108,132
Oxide de cérium........	$\underline{\dddot{Ce}}$	1449,436	232,289
Zircone...............	$\underline{\dddot{Zr}}$	1140,476	182,775
Yttria................	$\dot{Y}$	501,840	80,425
Glucine...............	$\underline{\dddot{Be}}$	962,958	154,325
Alumine...............	$\underline{\dddot{Al}}$	642,334	102,942
Magnésie..............	Mg	258,353	41,404
Chaux.................	$\dot{Ca}$	356,019	57,056
Strontiane.............	$\dot{Sr}$	647,285	103,735
Baryte................	$\dot{Ba}$	956,880	153,351
Lithine...............	$\dot{L}$	227,757	36,501
Soude.................	$\dot{Na}$	390.897	62,646
Peroxide de soude......	$\underline{\dddot{Na}}$	881,794	141,318
Potasse...............	$\dot{K}$	589,916	94,541
Peroxide de potasse....	$\dddot{K}$	789,916	126,593
Sulfate de potasse......	$\dot{K}\dddot{S}$	1091,081	174,859
Sulfate d'oxidule de fer...	$\dot{Fe}\dddot{S}$	940,378	150,706
Sulfate d'oxide de fer....	$\underline{\dddot{Fe}}\dddot{S}^3$	2481,906	397,754

Noms.	Formules.	Oxig.=100.	Hydrog.=1.
Chlorure de fer.........	$Fe\underline{Cl}$	781,863	125,303
Chloride de fer..........	$\underline{Fe}\,\underline{Cl}^3$	2006,376	321,545
Chlorure de mercure.....	$\underline{Hg}\,\underline{Cl}$	2974,295	476,666
Chloride de mercure.....	$Hg\,\underline{Cl}$	1708,472	273,803
Cyanoferrure de potassium..........	$Fe\underline{N}\underline{C}+2K\underline{N}\underline{C}$	2308,778	370.008
Alun.........	$\overset{\cdot}{K}\overset{\cdots}{S}+\overset{\cdots}{\underline{Al}}\,\overset{\cdots}{S}^3+24\overset{\cdot}{\underline{H}}$	5936,406	951,378
Feldspath........	$\overset{\cdot}{K}\,\overset{\cdots}{Si}+\overset{\cdots}{\underline{Al}}\,\overset{\cdots}{Si}^3$	3542,162	567,673

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 14 *juillet* 1828.

Le Ministre de l'Intérieur transmet à l'Académie la description d'une nouvelle horloge construite par MM. Baillot et Le Roy ; M. Arago communique une Note de M. Auguste de La Rive, concernant les phénomènes de la pile voltaïque ; M. Raspail adresse une lettre dont la lecture est interrompue par ordre du Président, à raison des expressions inconvenantes qu'on y remarque. M. Tinel envoie de nouveaux développemens relatifs à son travail sur l'organisation intellectuelle ; M. Rostan se met sur les rangs pour la place vacante dans la Section de médecine ; M. Jaffart de Moissac écrit qu'il a découvert un moyen d'agrandir

le quart de cercle astronomique ; M. Gauvin présente la description d'un perfectionnement qu'on pourrait apporter, suivant lui, dans tous les claviers à touches.

L'Académie a entendu ensuite un rapport verbal de M. Latreille sur un ouvrage de M. Macquart intitulé : *Diptères du nord de la France* ; l'Histoire d'un cas rare de dégénérescence cérébriforme recueilli à l'Hôpital Saint-Louis, par M. Lugol ; une Dissertation sur les gaînes ligamenteuses des muscles, par M. Gerdy.

Séance du lundi 21 *juillet.*

M. Raspail communique une expérience qui lui paraît propre à expliquer la circulation qu'on a remarquée dans le chara ; M. Gruthuisen remercie l'Académie de la médaille qu'elle lui a accordée ; M. Conibeare témoigne aussi sa reconnaissance à l'occasion de son élection comme correspondant ; M. Arago lit une lettre de M. Auguste de La Rive, dans laquelle cet habile physicien rapporte plusieurs faits nouveaux qui sont favorables à la théorie purement chimique des phénomènes de la pile ; M. Poiteau se constitue candidat à la place vacante dans la Section d'agriculture, et adresse la liste de ses titres ; M. Vernier envoie l'extrait d'un Mémoire contenant des procédés thérapeutiques très-simples et applicables à tous les cas d'empoisonnement. M. Milne Edwards communique des observations qu'il a faites sur la circulation dans le nymphon gracilis.

Le reste de la séance a été rempli par la lecture d'un rapport très-favorable de M. Duméril sur le Mémoire

de MM. Audouin et Milne Edwards, concernant la respiration des crustacés; par la lecture d'un rapport de M. Brochant sur les observations que M. de Bonnard a faites à la mine de manganèse de Romanèche, près de Mâcon; enfin, par celle d'un Mémoire de M. de Beaujeu, sur la fabrication du sucre de betterave.

La Section de médecine a présenté ensuite, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de membre actuellement vacante :

Médecins physiologistes : MM. Serres, Edwards, Ségalas; médecins praticiens : MM. Desgenettes; Alibert et Double, *ex æquo*, et Bally.

Divers membres expriment leur étonnement de ne pas voir figurer sur cette liste les noms de MM. Flourens et Broussais.

Séance du lundi 28 juillet.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à lui présenter un candidat pour la place vacante au Jardin des Plantes, par le décès de M. Bosc; MM. Auguste et Jaume Saint-Hilaire, Soulange Bodin, Girard et Dutrochet se mettent sur les rangs pour la place de membre actuellement vacante dans la Section d'agriculture; M. Isidore Bourdon dépose un paquet cacheté qu'il déclare être relatif à des recherches physiologiques; M. Brongniart lit l'extrait d'une lettre de M. Jules Delanoue qui annonce avoir reconnu dans la grotte de Miremont, département de la Dordogne, des ossemens fossiles, semblables, en général, à ceux des grottes d'Allemagne, d'Angleterre et de France;

M. de Beaujea adresse de nouveaux renseignemens sur l'extraction du sucre de betterave ; M. Malbec envoie un Mémoire sur les oscillations périodiques du baromètre.

On a entendu ensuite : un Mémoire de M. Dutrochet sur le défrichement de la bruyère appelée *la gatine* dans le département de la Vienne ; un Mémoire de M. Sérullas sur un nouveau composé de chlore et de cyanogène ; la seconde partie de la Dissertation de M. Gannal sur le traitement de la phthisie pulmonaire par le chlore ; un travail de M. Villot relatif à la durée des générations viriles de la ville de Paris pendant le dix-huitième siècle.

L'Académie a procédé au remplacement de M. Chaussier. M. Serres, ayant obtenu 38 voix, est élu.

RÉPONSE *à une Note de M.* Navier *insérée dans le dernier Cahier de ce Journal ;*

PAR M. POISSON.

CETTE Note renfermant plusieurs assertions sur lesquelles je ne partage pas l'opinion de l'auteur, je me suis empressé d'y répondre, autant que les bornes d'un article de Journal me le permettront. Je renverrai, pour de plus grands développemens, à mon Mémoire sur l'*Equilibre et le Mouvement des corps élastiques*, dont l'impression est à peu près achevée, et qui fera partie du tome VIII des Mémoires de l'Académie des Sciences.

1°. Les molécules des corps s'attirent mutuellement; en même temps elles se repoussent en vertu de la chaleur propre à chaque molécule. Dans l'état naturel d'un corps, c'est-à-dire lorsqu'aucune force donnée ne lui est appliquée, les distances moléculaires sont telles que ces forces d'attraction et de répulsion se font équilibre. Si des forces données lui sont appliquées, les distances changent; les forces moléculaires changent en conséquence; et il faut qu'après ce changement elles fassent équilibre aux forces données. Cela posé, la question consiste à considérer ces deux états successifs d'un même corps, à montrer comment ils peuvent subsister l'un et l'autre, et à déterminer la forme du corps dans le second état, ou du moins les équations dont elle dépend. Pour la résoudre complètement, il ne faut faire aucune hypothèse particulière, si ce n'est celle qui sert à définir les actions moléculaires, et qui consiste à les exprimer par des fonctions qui décroissent très-rapidement, et deviennent insensibles dès que la distance a une grandeur sensible. Toutefois, ces forces doivent s'étendre à des distances très-considérables eu égard aux intervalles qui séparent les molécules, et leur rayon d'activité doit être un très-grand multiple de ces petits interstices; sans cela leurs résultantes ou les forces totales qui sollicitent chaque molécule, pourraient être très-différentes pour des molécules consécutives; elles ne pourraient pas s'exprimer, en général, par des fonctions des coordonnées des différens points du corps; et l'analyse mathématique ne s'appliquerait plus utilement au calcul de ces résultantes dans un corps formé de molécules disjointes. C'est sous ce point de

vue que j'ai envisagé le problème des corps élastiques ; les géomètres qui liront mon Mémoire, jugeront si j'ai réussi à resoudre la question d'une manière satisfaisante.

M. Navier n'a pas tout à fait suivi la même marche ; il n'a aucunement considéré l'état naturel du corps, et il a supposé qu'après son changement de forme, les molécules s'attirent proportionnellement aux accroissemens de distance qu'elles ont éprouvés. En appliquant l'analyse à cette hypothèse, M. Navier a obtenu pour un corps homogène des équations d'équilibre qui ont la même forme que celles auxquelles je suis parvenu. Mais si on examine les unes et les autres avec attention, on voit qu'elles ne s'accordent que dans la forme, et qu'elles diffèrent essentiellement par l'expression du coëfficient dépendant de la nature du corps. Voilà ce que j'ai dit dans mon Mémoire en citant, à l'endroit qui m'a paru le plus commode, les formules de M. Navier. Il doit se rappeler que je lui ai montré ce passage de mon Manuscrit, auquel je n'ai rien changé pendant l'impression. Si M. Navier eût considéré l'état naturel et l'état varié d'un corps élastique, et qu'il eût continué d'exprimer le coëfficient constant, comme il le fait, par une intégrale, il se serait aperçu que cette quantité devant être nulle dans le premier état, elle le serait encore dans le second, ce qui rendrait impossible l'équilibre des forces données. Cette difficulté d'accorder les deux états d'un même corps est, selon moi, le nœud de la question ; il y a long-temps que je l'avais remarquée pour la première fois ; mais ce n'est que dans ces derniers temps que je crois en avoir trouvé la so-

lution, en observant que les sommes des forces qui varient très-rapidement n'étant pas toujours de nature à se convertir en intégrales, le rapport qui fait disparaître le coëfficient dans le second état en même temps que dans le premier, peut ne pas exister, comme de fait il n'existe pas. Dans un Mémoire sur l'équilibre des fluides, dont je m'occupe actuellement, on trouvera quelques autres applications de cette remarque sur la nature des sommes qui expriment les résultantes des actions moléculaires.

2°. Dans un Mémoire sur *les Surfaces élastiques*, lu à l'Institut il y a déjà quinze ans, j'étais parvenu à une équation qui ne convient, ainsi que je l'ai reconnu plus tard, qu'à une surface sans épaisseur, c'est-à-dire à une série de points matériels répandus sur une surface, et qui se repoussent mutuellement. Une telle surface résisterait à la flexion. Sa forme naturelle est plane; et si on la courbe dans un seul sens, son équation d'équilibre a la même forme que celle de la lame élastique qui a été trouvée par J. Bernouilli. Je dis qu'elle a la *même forme* et non qu'elle est la *même*; car ces deux équations diffèrent par le coëfficient constant qu'elles renferment. Il en résulte donc qu'en 1814, je n'avais pas trouvé l'équation de la plaque élastique en équilibre; je l'avoue très-volontiers; mais qu'il me soit aussi permis de dire que personne encore ne l'a obtenue par des raisonnemens exacts, et que ce sera dans mon Mémoire sur les Corps élastiques qu'elle se trouvera pour la première fois sans aucune hypothèse et déduite de l'action moléculaire considérée dans toute l'épaisseur de la plaque. L'hypothèse dont parle M. Navier dans la Note à

laquelle je réponds, n'est point admissible. Elle consiste, d'après l'énoncé de M. Navier, *à regarder les forces qui résistent à la flexion, comme étant, pour chaque point de la plaque, proportionnelles à la somme des valeurs inverses des deux rayons de courbure principaux* (1). Or, dans la lame ordinaire, c'est le moment, suivant l'hypothèse de J. Bernouilli, et non la force normale qui est en raison inverse du rayon de courbure : la force normale est exprimée tout autrement, ainsi qu'on peut le voir dans les Mémoires d'Euler sur les lames élastiques (2). On trouvera dans le mien les expressions de cette force et de son moment, et celles des forces tangentielles, relativement à une plaque courbée en tous sens ; et j'en ai conclu les équations relatives aux limites de cette plaque qui n'avaient pas encore été données, ou, du moins, qui ne s'accordent pas avec celles que renferme le Mémoire de M. Navier sur la *Flexion des plaques élastiques* (3).

Pour s'assurer de l'inexactitude de celles-ci, il suffit de les appliquer à un cas fort simple, au cas d'une plaque circulaire dont tous les points du contour sont

---

(1) Je n'ai vu nulle part que Lagrange eût déduit de cette hypothèse l'équation relative aux petites vibrations des plaques élastiques que l'on a trouvée dans ses papiers sans aucune démonstration, et qu'il n'a pas insérée dans la seconde édition de la *Mécanique analytique*, où il a seulement donné l'équation d'équilibre de la membrane flexible.

(2) *Nove Commentarii*, tome xv, page 389.

(3) *Bulletin de la Société philomatique*, année 1823, page 92.



soumis à une force constante et normale à la plaque. Il est évident qu'alors la figure d'équilibre sera celle d'une surface de révolution; or, cette figure serait impossible d'après l'équation (7) du Mémoire cité. En effet, cette équation est :

$$Z+k\left[\left(\frac{d^3 z}{dx^3}+\frac{d^3 z}{dy^2 dx}\right)\frac{dy}{ds}+\left(\frac{d^3 z}{dy^3}+\frac{d^3 z}{dx^2 dy}\right)\frac{dx}{ds}\right]=0;$$

Z désignant la force normale, *k* un coëfficient qui dépend de la matière et de l'épaisseur de la plaque, *x*, *y* et *z* les coordonnées d'un point du contour, et *ds* l'élément de cette courbe. Si l'on appelle *r* le rayon vecteur du même point, et θ l'angle qu'il fait avec l'axe de *x*; que l'on place l'origine des coordonnées au centre de la plaque, et qu'on regarde l'ordonnée *z* comme une fonction de *r*, ce qui exprimera que la figure de la plaque est une surface de révolution, cette équation deviendra :

$$Z+d\frac{\left(\frac{d^2 z}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{dz}{dr}\right)}{dr}\,k\,(\cos^2\theta-\sin^2\theta)=0;$$

résultat impossible, lorsque la force *Z* est supposée constante, et par conséquent indépendante de l'angle θ. C'est pour cela que je n'avais parlé, ni dans mon Mémoire ni dans son préambule, des recherches de M. Navier, qui m'étaient connues, sur la flexion d'une plaque élastique, et que j'avais cru qu'il suffirait d'avoir indiqué verbalement à l'auteur la contradiction que ses formules présentent.

Composition *de deux Sources minerales situées dans l'Inde, près de Pinnarkoon et de Loorgootha.*

La source de Pinnarkoon a, en sortant de terre, une température de 46°,7 centigrades.

Celle de Loorgootha est de 71°,1, et quelquefois de 85°,5 centig. (On ne dit pas quelles sont les circonstances qui amènent de si grandes variations de température.)

Les produits solides que laissent ces deux sources quand on les soumet à l'évaporation, analysés par M. Turner, ont donné, l'un et l'autre, la composition suivante :

Silice..........................	21,500;
Chlorure de sodium...............	19,118;
Sulfate de soude..................	19,333;
Carbonate de soude..............	19,109;
Soude pure......................	4,924;
Eau et un peu de matière organique.	15,544;
Oxide de fer et de chaux.........	des traces.
Somme...	99,528.

Le Geyser et le Rykum d'Islande étaient jusqu'ici, dit M. Turner, les seules sources minérales connues qui continssent de la silice. La présence de cette terre est due, sans aucun doute, aux facultés dissolvantes de la soude. Quant à l'acide carbonique du carbonate de

soude, il a dû, suivant toute probabilité, se combiner avec cet alcali pendant l'évaporation : l'acide a été enlevé à l'atmosphère; il n'existait pas originairement dans la source.

(*The Edimb. Journ. of Science.*, N° 17.)

Pile *formée avec un seul métal et sans liquide.*

M. Watkins, fabricant d'instrumens de physique à Londres, est parvenu à construire avec un seul métal et sans liquide une pile voltaïque qui possède une tension remarquable. Elle est composée de 60 à 80 plaques de zinc de 4 pouces de surface environ; décapées et polies sur une de leurs faces, et non sur l'autre; fixées dans une auge de bois parallèlement entr'elles et à une très-petite distance les unes des autres (1 ou 2 millim.), de manière qu'elles ne sont séparées que par une couche d'air très-mince. Les faces polies sont toutes tournées du même côté, et les deux plaques extrêmes aboutissent chacune à un conducteur. Si l'on fait communiquer l'une des extrémités de la pile avec le sol et l'autre avec un électroscope, celui-ci se charge aussitôt de l'une ou de l'autre des deux électricités, suivant celui des deux pôles avec lequel il est en contact. L'humidité de l'air favorise l'action de cette pile, que l'on peut regarder comme une espèce de pile sèche dans laquelle le papier est remplacé par une couche d'air : les deux surfaces du zinc font l'office de deux métaux hétérogènes. Il paraît donc que c'est à l'action oxidante de l'air plus forte sur la surface décapée et polie que sur l'autre, qu'est dû le développement de l'électricité sur chaque lame de zinc, et que la couche d'air très-mince

qui sépare les plaques les unes des autres, et peut-être les parois de l'auge de bois dans lesquelles ces plaques sont placées, permettent à chacun des principes électriques de s'accumuler séparément, comme dans une pile ordinaire, aux deux pôles de l'appareil. (*Note communiquée par M.* A. d. L.)

Sur *le Minerai de platine de Sibérie.*

(*Journal des Mines russes.* Août 1827.)

La première découverte du platine en Sibérie date de l'année 1824. Au 1er janvier 1827, on avait déjà extrait 27 poods de ce métal, ou environ 440 kilogrammes.

Dans le mois de juin 1827, on a trouvé dans un banc d'argile exploité pour faire des briques près des usines de Nijnei-Taguile, une masse métallique de plus d'un pied de circonférence et du poids de 11 livres. Cette masse a 16 de pesanteur spécifique; sa couleur est le gris de plomb clair; elle est compacte, mais criblée de cavités granuleuses et enduites d'argile ferrugineuse d'un brun rougeâtre. Les petits grains que présentent ces cavités sont des cubes ou des octaèdres. D'après quelques essais, il paraîtrait que la masse contient 50 pour cent de platine pur.

M. Breithaup a reconnu dans le sable platinifère de l'Oural deux sortes de grains de platine. Les uns sont identiques avec les grains d'Amérique; leur forme cristalline dérive du cube. Les autres sont des alliages de platine et de fer; ils agissent sur l'aiguille aimantée; leur pesanteur spécifique varie entre 14,6 et 15,7.

Outre les grains dont nous venons de parler, on remarque dans le même sable, des grains d'or; des grains aplatis d'un blanc d'argent, qui sont probablement du palladium, et dont la pesanteur spécifique est de 12 à 13; enfin de l'*iridosmine* ou osmiure d'iridium, dont la densité est 18. L'iridosmine a la forme d'un prisme hexagonal, divisible très-nettement parallèlement à la base.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Août* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	756,83	+22,2	64	756,46	+22,0	58	755,66	+21,9	59	754,60	+18,4	68	+22,5	+ 9,7	Quelq. petits nuages.	S. E.
2	751,13	+23,8	70	749,98	+27,3	69	750,17	+24,0	62	750,50	+17,0	68	[illegible]7,5	+13,3	Nuages.	S.
3	751,00	+18,7	68	751,60	+21,0	65	750,70	+21,6	63	750,63	+14,0	98	[illegible]1,6	+14,0	Eclaircies.	S O.
4	749,60	+19,0	85	749,09	+20,0	69	749,24	+16,5	80	749,74	+14,5	88	+20,0	+12,8	Nuageux.	O.
5	750,66	+19,0	74	750,70	+21,2	66	750,36	+21,2	61	750,18	+16,2	79	+21,2	+13,0	Nuageux.	O.
6	744,76	+19,5	90	745,07	+21,5	85	744,34	+21,7	84	745,20	+17,5	89	+21,8	+13,8	Pluie.	S. O.
7	746,65	+19,0	71	746,03	+23,2	73	746,14	+21,2	80	747,42	+17,7	88	+23,2	+16,2	Très-nuageux.	S. O.
8	750,50	+18,8	85	750,95	+22,8	68	750,86	+22,7	64	750,84	+17,9	80	+22,8	+15,3	Très-nuageux.	S O.
9	748,53	+19,0	89	749,00	+19,2	89	749,58	+20,5	78	750,90	+16,2	80	+20,5	+14,0	Pluie.	S. O.
10	753,90	+21,0	70	753,18	+21,8	65	753,04	+20,0	65	753,30	+15,0	80	+21,8	+13,1	Nuageux.	S.
11	753,96	+17,2	79	753,58	+18,2	70	753,56	+19,7	65	755,24	+14,7	75	+19,7	+12,2	Pluie.	O.
12	757,00	+18,1	71	756,54	+21,5	64	756,00	+21,1	63	755,34	+14,8	85	+21,5	+11,5	Nuageux.	S. S O.
13	752,94	+18,8	85	750,90	+19,7	75	748,33	+21,7	73	745,70	+17,5	82	+21,7	+14,2	Couvert.	S S. E.
14	744,84	+20,5	85	743,98	+23,7	79	743,98	+21,0	88	744,40	+15,0	89	+23,8	+14,8	Couvert.	S.
15	751,37	+14,2	88	753,58	+15,7	70	754,93	+16,5	62	756,62	+12,7	74	+16,5	+12,7	Couvert.	O. N. O. fort.
16	756,27	+16,2	82	756,60	+20,8	70	756,50	+19,7	71	757,36	+14,0	88	+20,8	+12,5	Couvert.	S.
17	757,40	+20,0	81	756,76	+24,0	70	756,45	+23,0	70	755,73	+17,5	88	+24,0	+12,5	Couvert.	S.
18	757,16	+18,4	80	757,25	+20,1	62	757,40	+21,0	59	759,18	+15,5	78	+21,0	+14,0	Très-nuageux.	O.
19	761,20	+18,9	74	761,24	+20,2	66	761,06	+20,7	60	761,36	+15,2	80	+20,7	+11,5	Nuages.	O. N. O
20	760,08	+20,0	70	759,10	+22,5	64	757,96	+21,8	63	756,43	+16,3	78	+22,5	+10,8	Nuageux.	E.
21	753,80	+21,0	70	752,97	+23,5	64	752,34	+24,4	60	752,40	+18,2	80	+24,4	+12,2	Nuageux.	O.
22	753,42	+17,5	75	753,12	+19,8	65	753,02	+19,5	63	751,44	+14,2	83	+19,8	+11,5	Très-nuageux	O. fort.
23	757,90	+17,2	75	758,56	+20,0	66	758,85	+19,1	64	760,60	+14,5	74	+20,0	+11,8	Très-nuageux.	O. N. O.
24	763,10	+17,5	72	762,97	+20,0	60	763,00	+21,3	60	763,00	+18,2	8[illegible]	+21,3	+10,0	Nuageux	O.
25	763,84	+19,5	85	763,80	+21,2	80	763,98	+22,6	77	763,68	+19,5	84	+22,6	+1[illegible],5	Couvert.	O.
26	764,34	+15,3	88	763,96	+19,9	75	763,00	+21,0	70	763,08	+17,6	77	+21,0	+14,0	Petites éclaircies.	E.
27	762,66	+17,8	70	762,20	+20,7	64	761,28	+22,7	53	761,00	+18,5	64	+22,7	+12,2	Très-beau.	E.
28	760,14	+20,0	70	759,60	+22,9	60	758,85	+24,5	52	758,60	+19,0	81	+24,5	+13,5	Superbe.	E. N. E.
29	758,76	+19,2	78	758,40	+22,0	65	757,90	+22,0	60	758,05	+17,7	74	+22,0	+15,2	Nuageux.	N.
30	758,27	+18,8	84	757,64	+22,1	67	756,90	+23,0	62	756,88	+18,5	80	+23,4	+16,5	Très-nuageux.	N
31	755,80	+19,0	80	755,43	+21,0	72	753,96	+22,2	62	753,84	+19,2	75	+22,2	+15,2	Eclaircies.	E. N. E.
1	750,44	+20,0	77	750,21	+22,0	71	750,01	+21,1	70	750,33	+16,4	84	+22,3	+13,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	755,22	+18,2	78	754,95	+20,6	69	754,62	+20,6	67	754,74	+15,3	82	+21,2	+12,7	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,250
3	,27	+18,4	77	758,97	+21,2	67	758,17	+22,0	62	758,69	+17,7	77	+22,2	+13,6	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 5,650
	755,12	+18,9	78	754,85	+21,3	69	754,50	+21,3	66	754,72	+16,5	81	+21,9	+13,3	Moyennes du mois,	+ 17,6.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-HUITIÈME VOLUME.

ERRATA *pour un Article de M.* Poisson *inséré dans le tome* XXXVII.

Page 349, ligne 24, *au lieu de* $\sqrt{\frac{\alpha}{l}}$, *lisez* $\sqrt{\frac{l}{\alpha}}$.

Page 350, ligne 7, *au lieu de* $\frac{2l}{n}$, *lisez* $2ln$.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06522 4365